

# Caracteres sedimentológicos de ambientes fluviales de la llanura subtropical chaqueña (Argentina)

Suárez, Paola A.<sup>1,2</sup>; Marta C. Sartirana<sup>1,2</sup>; Oscar Orfeo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> CECOAL (CONICET).

<sup>2</sup> Fa.C.E. Na. (UNNE). Ruta Prov. N°5, Km. 2.5, (3400) Corrientes.

suarezpao2@hotmail.com; biocaros@hotmail.com; orfeo@arnet.com.ar

► **Resumen** — El sector oriental de la llanura chaqueña se encuentra drenado por cursos fluviales autóctonos, regulados por baja pendiente y clima subtropical. La geomorfología regional la determina el mega-abanico aluvial perteneciente al río Bermejo. Algunos paleocauces que se desprenden de esta unidad, dan lugar a ríos cuyas características químicas se encuentran bajo influencia de los particulares suelos salinos locales. Enmarcados en ambientes de humedales con interés regional e internacional, estos ríos revisten gran importancia ambiental. El presente trabajo logra una aproximación al conocimiento de la dinámica hidrosedimentológica local a través del estudio de dos sistemas fluviales, propios de la región. Con esta finalidad se tomaron muestras de la fase líquida, así como de sedimentos de fondo y sólidos suspendidos, en períodos hidrológicos diferentes. El material fue sometido a técnicas estándares de análisis de laboratorio. Los resultados granulométricos de materia orgánica y los caracteres hidroquímicos revelaron identidad propia en cada sistema. No obstante en ambos ríos se observó homogeneidad granulométrica, con un valor de más del 50% de abundancia de materiales finos. Del mismo modo la carga suspendida tuvo un comportamiento análogo en los ríos estudiados, según el cual siguen una correlación inversa con el caudal y con el contenido de sales disueltas.

**Palabras clave:** Área de llanuras, ríos autóctonos, dinámica hidrosedimentaria.

► **Abstract** — "Sedimentological characteristics of fluvial environments in the subtropical Chaco plain (Argentina)". The Eastern sector of the Chaco plain is drained by autochthonous rivers, regulated by the low slope and the subtropical climate. The regional geomorphology is determined by the mega-alluvial fan, belonging to the Bermejo River. Some of the paleochannels that flow from this unit result into rivers whose chemical characteristics are under the influence of particular local saline soils. Framed within a wetland environment of regional and international interest, these rivers have a great environmental importance. The present contribution is an approach to the understanding of the local hydrosedimentologic dynamics, through the study of two typical river systems of the region. For this purpose, samples were taken from the liquid phase, as well as bed and suspended loads, in different hydrological periods. The material was analyzed in the laboratory by standard techniques; the results of grain size, organic matter and hydrochemical features revealed a particular identity in each water system. However, in both rivers particle size uniformity was observed, with a value of over 50% in abundance of fine materials. Similarly, the suspended load had an analogous behavior in the two rivers, according to which they are inversely correlated with the flow and content of dissolved salts.

**Keywords:** Plain areas, autochthonous rivers, hydrosediment dynamic.

## INTRODUCCIÓN

La «Llanura Chaco-pampeana» forma parte de una unidad geomorfológica mayor que comprende gran parte de América del Sur. Presenta una altitud general inferior a los 200 metros sobre el nivel del mar y ocu-

pa en Argentina más de 1.000.000 km<sup>2</sup> (Chebli *et al.*, 1999). En este contexto se localiza la región geográfica denominada «Llanura chaqueña». La misma presenta quiebres de pendiente en sentido NO-SE, posiblemente originados por movimientos tectónicos ocurridos durante los períodos Terciario y Cuaternario (Iriondo, 1991), los cuales se advierten en la modificación local del eje de escurrimiento de los ríos.

Esta cuenca fue rellenada por sedimentos fluviales, eólicos y en parte marinos, y culmina con un depósito de loess de edad cuaternaria superior, constantemente remodelado en superficie por la actividad fluvial (Iriando, 1999).

Las áreas distales de los grandes abanicos aluviales, pertenecientes a ríos que nacen en el sector oeste del continente, determinan la geomorfología regional. En este marco se reconocen escenarios paleoclimáticos diferentes, así como también una variedad de unidades sedimentarias y morfológicas diacrónicas. Dentro de estos mega-abanicos se distingue el del río Bermejo, cuya naciente se ubica en cercanías de la localidad de Embarcación en Bolivia y continúa su rumbo en dirección S-SE, hasta alcanzar la faja aluvial Paraguay-Paraná. Dicha unidad geomorfológica se caracteriza por la presencia de paleocauces obliterados, dispuestos en dirección Noroeste-Sureste que coinciden con la pendiente regional. En el conjunto de dichos paleocauces se pueden diferenciar: (1) paleocauces que han evolucionado hacia llanuras aluviales menores y (2) paleocauces evolucionados a esteros y lagunas. Los primeros se desarrollan al Oeste del abanico y funcionan como áreas de conducción de excedentes hídricos superficiales generados en sus propias cuencas. Los segundos funcionan como áreas de amortiguación y almacenamiento de excedentes. Ambos tipos de paleocauces están conformados por depósitos de textura limo arcillosa con intercalaciones de arena muy fina y alto contenido de materia orgánica. También se distinguen interfluvios formados por sectores planos, relativamente elevados, conformados por depósitos superficiales de textura más gruesa que condicionan el escurrimiento superficial.

Los cursos fluviales que se encuentran formando parte de los abanicos aluviales de la llanura chaqueña, fueron diferenciados por Bruniard (1978) como «*sistemas fluviales alóctonos*» localizados en la región más occidental, originados como consecuencia de lluvias orográficas y «*sistemas fluviales autóctonos*» ubicados principalmente en la región oriental del Chaco, alimentados por

precipitaciones locales. Estos últimos son considerados a su vez como «*sistemas hidrológicos no típicos*» (Fertonani y Prendes 1983), debido a la ausencia de una superficie tributaria definida y por la disposición de sus componentes lineales, los cuales no se hallan organizados ni jerarquizados conforme a criterios hidrológicos clásicos.

La caracterización de los suelos de la llanura chaqueña, permite reconocer los factores que influyen la composición hidroquímica de estos sistemas fluviales, los cuales presentan diferencias marcadas a pesar de estar separados por cortas distancias.

Los ambientes estudiados en este trabajo fueron declarados Sitios Ramsar en 2004, los mismos incluyen humedales de importancia internacional que representan valiosos reservorios de agua dulce, captan sedimentos, depuran las aguas, absorben contaminantes, regulan las inundaciones y son el sustento de una amplia diversidad biológica de interés ecológico, tanto a nivel regional como mundial (Neiff y Orfeo, 2003). La densa vegetación que se desarrolla en estos humedales, así como la materia orgánica acumulada en distintos estados de descomposición, ejercen efectos significativos en la dinámica de los ríos locales originando importantes variaciones relacionadas a la velocidad del flujo, la concentración de sedimentos transportados, la tasa de erosión y sedimentación, entre otras variables hidrosedimentológicas (Neiff y Orfeo, 2003). Dichas redes de escurrimiento proporcionan un medio efectivo a través del cual se produce un intenso intercambio de componentes florísticos y faunísticos entre ecosistemas que ocupan estos hábitats, y su consideración pormenorizada brinda valiosos elementos de juicio para su manejo y conservación.

Ambientes fluviales como los que aquí se presentan, desarrollados en áreas de llanura subtropical y con elementos geomorfológicos atípicos para los patrones clásicos de la sedimentología fluvial, fueron poco explorados en la literatura corriente (Fertonani y Prendes, 1983; Orfeo, 1986; Patiño y Orfeo, 1986). Por tal motivo en este trabajo se buscó interpretar su funcionalidad a través de la

caracterización sedimentológica de componentes ambientales seleccionados por su valor diagnóstico. Los objetivos específicos de este trabajo se centraron en conocer las características hidrosedimentológicas de sistemas fluviales autóctonos a partir de: (a) la composición granulométrica dominante de los sedimentos depositados; (b) la concentración de sedimentos en el agua y su relación con el régimen de escurrimiento; (c) el contenido de materia orgánica presente en el sistema como aglutinante natural; (d) la variación estacional del régimen pluviométrico como factor determinante de estímulos para los ríos autóctonos; y (e) sales disueltas a partir de estudios de conductividad eléctrica. A través del presente aporte se logrará describir subsistemas hídricos ubicados en áreas de llanura subtropical, con caracteres particulares que definen un singular patrón de comportamiento; este conocimiento representa una herramienta potencialmente útil para comprender ambientes antiguos, así como también para enmarcar estudios ambientales actuales.

#### ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio (Figura 1) se ubica en el sector oriental de la Provincia del Chaco y abarca una extensa superficie dentro de los abanicos aluviales del río Bermejo, donde se localizan los ríos Tragadero y Salado, ubicados al norte y al sur, respectivamente, del sitio Ramsar denominado «Humedales Chaco». Dichos ríos son ejemplos representativos de ambientes fluviales típicos del Chaco oriental (Orfeo, 1999)

En ambos cursos fueron escogidas secciones estratégicas por su ubicación en el perfil longitudinal, las cuales permitieron evaluar las variaciones registradas en el sentido del escurrimiento. Tanto en el río Salado como en el Tragadero se operó en el área de cabeceras, en el tramo medio y en un área próxima a la desembocadura.

#### METODOLOGÍA

Para la consideración de los sitios escogidos se diferenciaron y muestrearon los si-

guientes subambientes de la morfología fluvial: cauce, albardón y llanura aluvial, a fin de evaluar cambios locales en los caracteres sedimentológicos en respuesta a las variaciones en la energía del agente de transporte.

En la zona central del cauce se extrajeron muestras de sedimentos suspendidos y del material depositado en el fondo, empleando captadores estandarizados. En el albardón y la llanura de inundación se extrajeron muestras estratificadas con profundidad creciente (en superficie, a 30 cm y a 50 cm de profundidad) utilizando barreno manual, para evaluar la variación vertical del material acumulado, como fuente sintética de información sobre la dinámica fluvial. Se midió conductividad eléctrica del agua (como indicador directo del contenido de sales disueltas), a fin de evaluar la influencia de los suelos drenados.

La concentración de sedimentos en suspensión se obtuvo en laboratorio mediante la técnica de filtrado utilizando discos de membrana de 0,45  $\mu\text{m}$  de porosidad. Para controlar los valores obtenidos se comparó la concentración con lecturas de turbidez, como medida de validación adicional.

Los sedimentos depositados fueron segregados según las unidades de sedimentación consideradas. Para su análisis granulométrico se utilizaron los métodos de tamizado y pipeteo (Carver, 1971), empleando para su clasificación la escala phi a valores enteros. El contenido de materia orgánica de los sedimentos, se determinó en laboratorio por oxidación química prolongada en frío y en caliente. A partir de la distribución de frecuencias acumulativas de los sedimentos se calculó por el método gráfico (Folk y Ward, 1957): tamaño medio y selección granulométrica. Los datos de precipitaciones que corresponden al año de muestreo (2009) fueron proporcionados por la Dirección de Suelos y Agua Rural del Gobierno del Chaco.



Figura 1. Mapa de ubicación de los ríos estudiados.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DE LOS SEDIMENTOS DEPOSITADOS

En ambos ríos, los sedimentos de fondo presentaron una composición granulométrica homogénea, con marcado predominio (más del 50%) de material pelítico (Figura 2).

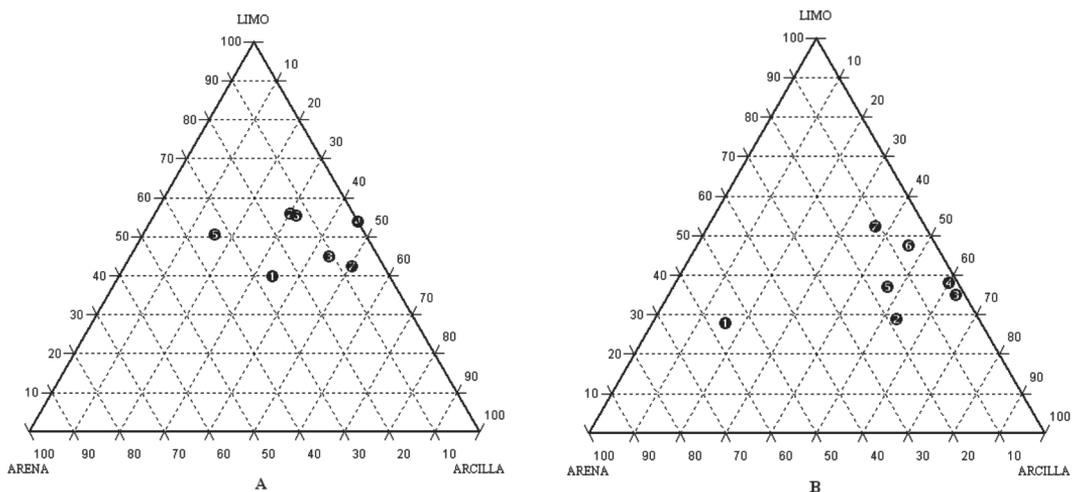
Los cursos analizados, por encontrarse ajustados a las condiciones topográficas, litológicas y climáticas de una llanura subtropical, desarrollaron características peculiares donde la baja energía del medio genera transporte de materiales con escasa oferta de clases granulométricas. A pesar de este comportamiento generalizado, cada unidad de sedimentación presentó características texturales propias, que guardan relación con su génesis y funcionamiento dentro del sistema.

En la Tabla 1 se consignan los valores granulométricos en términos de media aritmética, con rango variable entre  $\phi 4,62$  y  $\phi 8,05$  (limo grueso a arcilla).

Las áreas de cabecera se caracterizan por el dominio de las fracciones limo-arcillosas (>50%), lo que evidencia el aporte sostenido de materiales finos, como también la ineficiencia de la red de escurrimiento para su movilización. La media de la distri-

bución de tamaños de los sedimentos de fondo del río Salado se ubicó en la fracción  $\phi 6$ . Los materiales depositados en el área central del cauce, presentaron una distribución unimodal pobremente definida, con valores modales correspondientes a limo grueso y *admixture*s entre arena muy fina y limo fino. En los depósitos de albardón es posible reconocer variaciones verticales discretas en la secuencia de sedimentación, con tendencia granocreciente (de limo fino a arena muy fina) y valor medio igual a  $\phi 6,21$ . Las características granulométricas de los depósitos de llanura aluvial son consecuentes con las condiciones de aporte y transporte de materiales en dicho subambiente, donde el agua ingresa mediante un lento desborde cuando supera la modesta cota del albardón y permanece durante prolongados períodos hasta la evacuación total, conservando durante ese período características de ambientes leníticos temporarios. Estos aportes, principalmente de arcillas plásticas, incrementan la impermeabilidad del sustrato y determinan la abundancia de materiales más finos que los encontrados en las unidades de sedimentación previamente analizadas.

En el río Tragadero, el tamaño granulométrico medio fue igual a  $\phi 7$  (limo fino). Si bien en los sedimentos de fondo del cauce



**Figura 2.** Grafico triangular de distribución granulométrica. A) Río Salado. B) Río Tragadero. 1) Centro de cauce; 2) Llanura aluvial (superficie); 3) Llanura aluvial (30 cm); 4) Llanura aluvial (50 cm); 5) Albardón (superficie); 6) Albardón (30 cm); 7) Albardón (50 cm).

continúa el predominio de partículas finas, el rango de clases granulométricas es más amplio, ubicándose la moda en la fracción arena muy fina. En el albardón y llanura aluvial, la tendencia fue similar a la del río Salado, con media igual a  $\phi 6,79$  en el primer subambiente y  $\phi 7,70$  en el segundo.

La desviación estándar de la distribución de frecuencias granulométricas indica que la mayor parte de las muestras (57%) corresponde a material pobremente seleccionado y en menor proporción (43%) muy pobremente seleccionado.

CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTOS EN EL AGUA Y SU RELACIÓN CON EL RÉGIMEN DE ESCURRIMIENTO

Durante el año de muestreo (2009), los períodos hidrológicos que se tuvieron en cuenta incluyen aguas altas (febrero-marzo) y aguas bajas (junio-julio).

La concentración de la carga suspendida mantuvo una relación directa con el nivel hidrométrico, variando en el río Salado entre 252 mg/l durante el período de aguas altas y 158 mg/l en el de aguas bajas. En el río Tragadero la concentración varió entre 104 mg/l y 34 mg/l comparando los mismos momentos hidrológicos (Tabla 2).

La elevada concentración de sedimentos (inorgánicos y orgánicos) en el río Salado se vincula con la baja oferta pluvial y el abundante desarrollo de vegetación palustre, principalmente en el área de nacientes, la cual aporta grandes cantidades de material orgánico particulado (Neiff y Orfeo, 2003). La sección encauzada del río Salado fue la estación de muestreo con mayor aumento de la concentración de sedimentos durante la fase de aguas altas, debido al aporte del material recibido desde los extensos humedales de las cabeceras. Durante el período

**Tabla 1.** Parámetros estadísticos de sedimentos de fondo.

	Tamaño medio de grano (unidades $\phi$ )		Desviación estándar	
	Río Salado	Río Tragadero	Río Salado	Río Tragadero
Área de nacimiento	8,30	7,50	1,50	1,20
Centro Cauce	6,00	4,62	2,45	2,29
Albardón (superficie)	5,38	6,63	1,94	2,20
Albardón (30 cm)	6,22	7,15	2,00	1,92
Albardón (50 cm)	7,05	6,58	1,90	2,01
Llanura aluvial (superficie)	6,25	7,00	1,99	2,38
Llanura aluvial (30 cm)	6,80	8,03	1,96	1,45
Llanura aluvial (50 cm)	6,55	8,05	2,10	1,45

**Tabla 2.** Concentración de sólidos suspendidos (mg/l).

	Río Salado			Río Tragadero	
	Área nacimiento	Área encauzada	Área desembocadura	Área nacimiento	Área desembocadura
Aguas altas	356	359	43	114	95
Aguas bajas	400	36	39	20,5	55

de aguas bajas, el río Tragadero presentó marcadas diferencias de concentración en el sentido de la corriente, mientras que en fase de aguas altas este proceso estuvo atenuado.

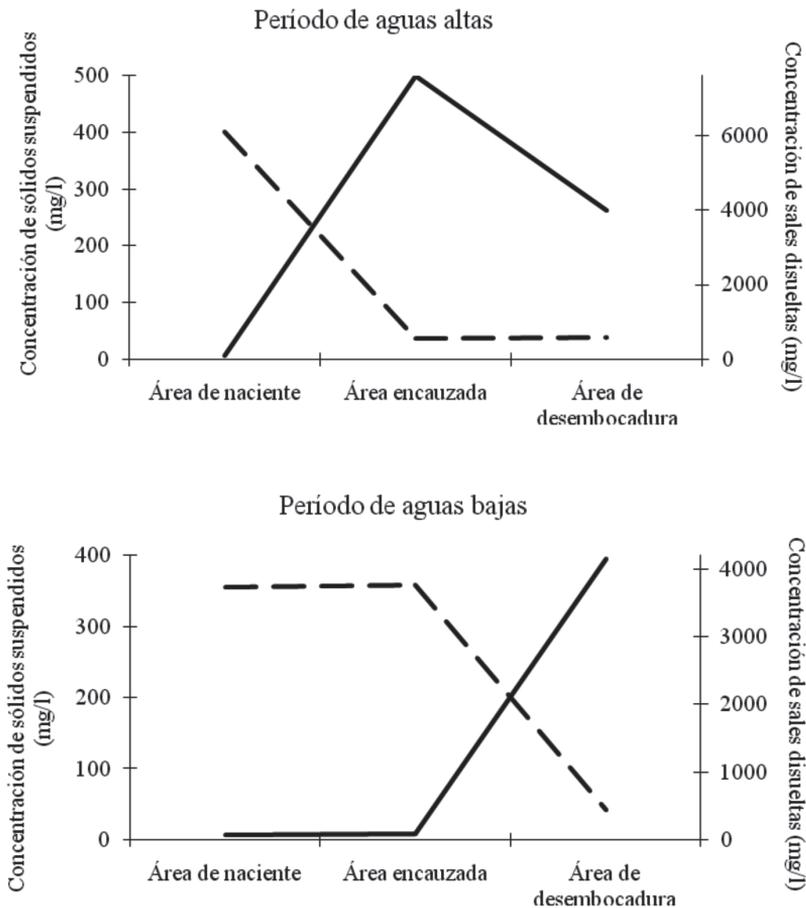
Durante el año hidrológico estudiado se observó en ambos ríos un aumento progresivo del caudal hacia la desembocadura asociado a una disminución de la carga suspendida.

Durante el período de aguas altas se registró un marcado incremento de la concentración de sólidos suspendidos (más del 100% en el río Salado y más del 200% en el Tragadero), que se relaciona con el lavado de los suelos superficiales en el período lluvioso y a la resuspensión de materiales depositados durante la bajante. En la fase de

aguas bajas se registró una correlación negativa entre la concentración salina del agua y la carga de sólidos suspendidos (Figuras 3 y 4). Trabajos anteriores realizados en otros ríos de la región (Patiño y Orfeo, 1986; Orfeo, 1999; Neiff y Orfeo, 2003; Orfeo, 2006), explican este fenómeno como consecuencia de la formación de flóculos en respuesta al activo intercambio iónico.

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN SEDIMENTOS Y VARIACIÓN ESTACIONAL DEL RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO

Las precipitaciones locales son los eventos meteorológicos que se encuentran más fuertemente vinculados a los procesos geomorfológicos que modelan los sistemas fluviales ana-



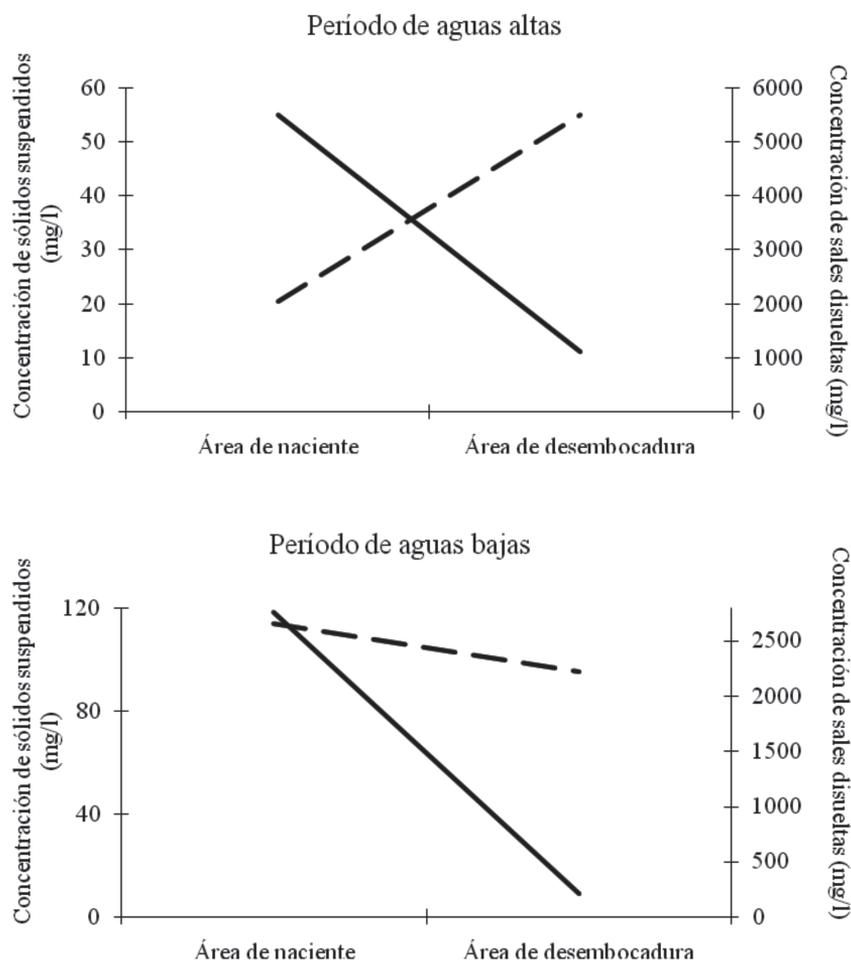
**Figura 3.** Río Salado: variación longitudinal de la concentración de sólidos suspendidos (mg/l) y el contenido de sales disueltas (mg/l). Período hidrológico: A) Aguas altas. B) Aguas bajas. - - - Concentración de Sólidos Suspendidos. — Concentración de sales disueltas.

lizados en este trabajo. En el área de estudio, las medias anuales históricas oscilan entre 900 mm y 1200 mm, con máximos pluviales en los meses de noviembre a marzo y mínimos entre julio y agosto, pudiendo ocurrir años excepcionalmente hipersecos o hiperhúmedos (Patiño y Orfeo, 1986).

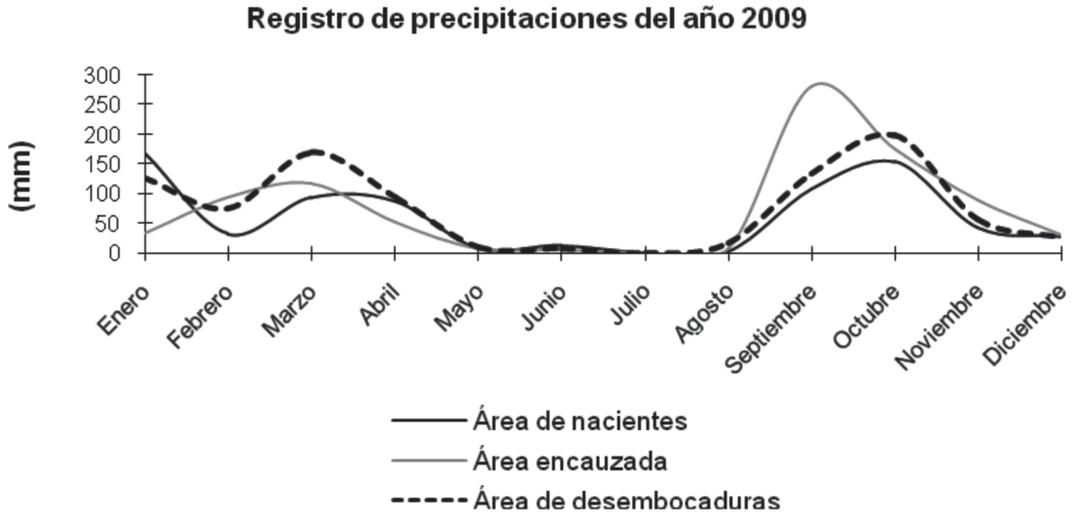
Durante el período estudiado (año 2009), las precipitaciones máximas y mínimas registradas se correspondieron con los antecedentes disponibles, aunque los valores medios anuales fueron muy inferiores a lo señalado, registrándose precipitaciones con magnitud variable entre 100 mm y 300 mm (Figura 5). En el río Salado, la sección de cabecera tuvo el promedio anual más bajo de los

registros de precipitación considerados. Valores pluviométricos como los anteriores generan importantes alteraciones a escala regional en las características químicas del agua y en la dinámica sedimentaria. En tales condiciones la conductividad eléctrica de algunos cursos, por ejemplo, tiene mayor valor que el habitual debido al incremento de la concentración salina. Esto último favorece un activo intercambio iónico que origina la formación de flóculos, susceptibles de sedimentar cuando la red de escurrimiento queda prácticamente detenida por déficit hídrico.

Los sistemas fluviales analizados presentan en casi toda su cuenca, pero especial-



**Figura 4.** Río Tragadero: variación longitudinal de la concentración de sólidos suspendidos (mg/l) y el contenido de sales disueltas (mg/l). Período Hidrológico: A) Aguas altas. B) Aguas bajas. - - - Concentración de Sólidos Suspendidos. ——— Concentración de sales disueltas.

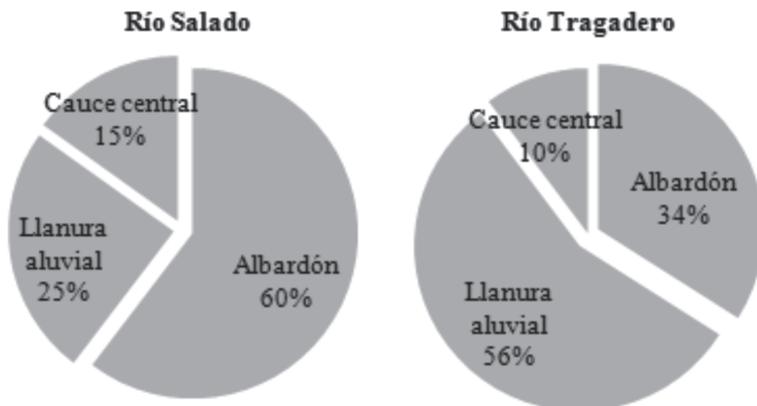


**Figura 5.** Registro de las precipitaciones durante el año 2009 en las áreas de muestreo de los ríos en estudio. Fuente: Dirección de Suelos y Agua Rural del Gobierno del Chaco.

mente en los humedales que conforman sus nacientes, el desarrollo de importante cantidad de vegetación hidrófila, la cual genera materia orgánica que se acumula en los suelos de las distintas unidades morfológicas de los cursos, participando en la peptización y floculación de las arcillas, retardando la erosión, favoreciendo el intercambio catiónico y aportando nutrientes, entre otras consecuencias semejantes.

En general, los sedimentos de los sitios estudiados presentaron alrededor del 2% de materia orgánica, lo cual se ajusta a lo es-

perable en ambientes de llanuras subtropicales. Las mayores concentraciones se registraron en el río Salado, con valores cercanos al 3%, debido al importante desarrollo de bosque en galería pluriestratificado cercano a la costa. El alto porcentaje de materia orgánica presente en albardón, comparado con las otras dos unidades geomorfológicas, responde al aporte de broza y lluvia foliar que provienen de los mencionados bosques costeros. En ambos ríos (Figura 6) se observa que la zona de cauce presenta el contenido más bajo de materia orgánica debido al activo



**Figura 6.** Porcentaje de materia orgánica en los sedimentos de fondo.

transporte y exportación que realiza la corriente de agua. En cambio aquellos sectores donde la energía del medio favorece la sedimentación de materiales, revelan una mayor proporción de materia orgánica ligada a la acumulación clástica.

#### VARIACIONES HIDROQUÍMICAS DE LOS CURSOS

Por la relación que surge al comparar la composición química de los ríos estudiados (Tablas 3 y 4) y de los suelos de las cuencas, se adoptó una caracterización edáfica basada en la geomorfología provincial regional (Ledesma y Zurita, 1995), la cual contempla dicha asociación.

El área correspondiente a la cuenca de escurrimiento del río Salado se caracteriza por recibir aportes del NE y centro de la provincia del Chaco, donde se localizan zonas con oferta pluviométrica contrastada. En las áreas donde predomina la evapotranspiración se originan suelos salinos-alcalinos por exceso de sodio. El contenido de sodio supera el 15% de la capacidad de intercambio, pudiendo llegar en profundidad a extremos

de 25 a 30%. Ocasionalmente presenta concreciones de carbonato de calcio y moteados de hierro a causa del drenaje deficiente. El material parental está constituido por loess y sedimentos aluviales.

La cuenca de escurrimiento del río Tragadero se corresponde con el área geomorfológica homónima (Ledesma y Zurita, 1995) que presenta suelos nátricos de origen aluvial, moderada permeabilidad y con importantes riesgos de erosión hídrica. La salinidad de estos suelos estaría relacionada con los acuíferos libres presentes en la región a escasa profundidad, pudiendo ocasionar ascensión capilar del agua salinizada. Una capa freática hipersalina extendida en el subsuelo de los Bajos Submeridionales del norte de Santa Fe, se extendería hasta el área estudiada en el presente trabajo (Orfeo, 1986).

Como se indicó anteriormente, el alto contenido de sales disueltas en el agua produce alteraciones en el intercambio iónico que afectan a las partículas de arcilla transportadas en suspensión, ocasionando la formación de agregados de individuos de ma-

**Tabla 3.** Datos hidroquímicos del Río Salado.

	Río Salado					
	Área naciente		Área encauzada		Área desembocadura	
	Aguas bajas	Aguas altas	Aguas bajas	Aguas altas	Aguas bajas	Aguas altas
Conductividad (us.cm-1)	143	115	11.100	125	5.900	6.000
Sales en solución (mg.l-1)	100	80,5	7.770	87	4.130	4.200

**Tabla 4.** Datos hidroquímicos del Río Tragadero.

	Río Tragadero			
	Área naciente		Área desembocadura	
	Aguas bajas	Aguas altas	Aguas bajas	Aguas altas
Conductividad (us.cm-1)	7.960	4.000	1.610	310
Sales en solución (mg.l-1)	5.572	2.800	1.127	217

yor tamaño que sedimentan con mayor facilidad que las partículas individuales. Lo dicho explica la baja concentración de sedimentos suspendidos que presentan los ríos salinos durante el período de aguas bajas, el cual generalmente se encuentra asociado a concentraciones sedimentarias elevadas.

La conductividad eléctrica, asumida como expresión indirecta del contenido salino, registró un promedio más elevado en el río Salado que en el río Tragadero. Se evidencia de este modo que las áreas de aporte del río Salado están fuertemente influenciadas por las características edáficas ya mencionadas, generando mayor concentración salina.

### CONCLUSIONES

La distribución espacial de las lluvias en la región estudiada sigue un gradiente decreciente Este-Oeste produciendo diferentes respuestas en la organización de los sistemas fluviales, los cuales son los principales agentes modeladores del paisaje. El Chaco Oriental se caracteriza por la presencia de ríos autóctonos básicamente alimentados por lluvias locales que generan excesos hídricos. Los sedimentos transportados por los cursos Salado y Tragadero de la provincia del Chaco, permitieron identificar características distintivas de ambientes fluviales autóctonos de la llanura subtropical chaqueña. Por su proximidad los cursos analizados presentan atributos sedimentológicos semejantes, donde el tamaño medio es relativamente homogéneo y presenta más del 50% de material pelítico en su composición. El tamaño medio de los sedimentos del río Salado en general corresponde a limo mediano, con ligeras variaciones granulométricas hacia el centro del cauce (limo grueso a arena muy fina). El río Tragadero registró menor tamaño medio de partículas (limo fino) y mayor amplitud del rango de clases granulométricas. En ambos ríos, los depósitos de albardón y de llanura de inundación mostraron una tendencia granocreciente y coeficiente de selección granulométrica variable entre pobre (57%) y muy pobre (43%), lo cual indica una definida homogeneidad textural de las

áreas de aporte detrítico fino. La concentración de sedimentos transportados en suspensión prolongada varía de acuerdo a las precipitaciones regionales, observándose en general una correlación inversa con el caudal. Se advirtieron excepciones durante el período de aguas bajas en aquellos sitios con mayor tenor salino, el cual favoreció el aglutinamiento de partículas por intercambio iónico y posterior sedimentación por aumento de tamaño. El contenido de materia orgánica en los sedimentos de ambos ríos varía entre 2% y 3% siendo mayor en el río Salado, con menor proporción en la zona central del cauce. Se interpreta que la mayor tasa de aporte orgánico cerca de las márgenes y la menor velocidad de la corriente en dicho sector son condiciones favorables para su acumulación y descomposición. La conductividad eléctrica del agua tuvo valores más altos en el curso del río Salado como respuesta a la elevada salinidad de los suelos de dicha cuenca. Pese a la similitud de caracteres sedimentológicos, ambos ambientes fluviales pueden distinguirse básicamente por sus caracteres hidroquímicos a raíz de las diferencias en la características edáficas superficiales de sus cuencas.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), organismo que financia los estudios que permitieron la realización de este manuscrito.

### BIBLIOGRAFÍA

- Bruniard, E., 1978. El gran Chaco argentino: Revista geográfica, Vol. 4, Instituto de geografía, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina, 259pp.
- Carver, E. R., 1971. Procedures in sedimentary petrology: Wiley Interscience, Georgia, 654.
- Chebli, G. A., Mozetic, M. E., Rossello, E. A. y Buhler, M., 1999. Cuencas sedimentarias de la Llanura Chacopampeana, en Caminos, R. (ed.), Geología Argentina Anales 29: Argentina, SEGEMAR, 627-644.
- Fertonani, M. y Prendes, H., 1983. Hidrología en áreas de llanura: aspectos conceptuales, teóri-

- cos y metodológicos, en Fuschino Mejia, M. (ed.), Hidrología de Grandes Llanuras Vol. I: Argentina, UNESCO, 119-156.
- Folk, R. y W. Ward, 1957. Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentology and Petrology*, 27 (1): 3-26.
- Dirección de Suelos y Agua Rural (1956-2006). Datos Pluviométricos: Argentina, Gobierno del Chaco, Ministerio de la Producción, Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente.
- Iriondo, M., 1991. El Holoceno en el Litoral: Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales «F. Ameghino» 3 (1): 32-40.
- Iriondo, M., 1999. El cuaternario del chaco y litoral: Geología Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales Anales 29 (23): Argentina, 696-699.
- Ledesma, L.L. y J.J. Zurita, 1995. Los suelos de la Provincia del Chaco: Argentina, INTA (EERA Saenz Peña) Gobierno de la Provincia del Chaco, Reporte, 164 pp.
- Neiff, J. J. y O. Orfeo, 2003. Aporte de materia orgánica de los humedales a ríos de sabana subtropical del Chaco, Argentina, en Neiff, J. J. (ed.), Humedales de Iberoamérica: Argentina, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 142-152.
- Orfeo, O., 1986. Estudio sedimentológico de ambientes fluviales del Chaco Oriental: *Revista Ambiente Subtropical: Argentina*, 60-72.
- Orfeo, O., 1999. Sedimentological characteristics of small rivers with loessic headwaters in the Chaco, South America: *Quaternary International* 69-74.
- Orfeo, O., 2006. Dynamics of sediment transport in two subtropical plain rivers of South America: *Zeitschrift fuer Geomorphologie*, Vol. 145: 229-241.
- Patiño, C. y Orfeo, O. 1986. Aproximación al conocimiento del proceso de erosión del suelo en el Chaco Oriental: *Revista Ambiente Subtropical*, 47-59.