

# ESTUDIO EXPLORATORIO DE LA SEDIMENTACIÓN EN EL DELTA DEL RÍO PARANÁ, DURANTE UNA INUNDACIÓN INVERNAL.

## EXPLORATORY STUDY OF SEDIMENTATION IN THE PARANA RIVER'S DELTA DURING WINTER FLOODING

Ernesto Massa <sup>1</sup> y Esteban Passeggi <sup>2 3</sup>

Recepción: 9 de junio de 2021 / Aceptación: 2 de febrero de 2022

Cita sugerida: Massa E y E. Passeggi (2021) Estudio exploratorio de la sedimentación del delta del río Paraná, durante una inundación invernal; Scientia interfluvii, vol 12 (2), Universidad Autónoma de Entre Ríos: Paraná.

### RESUMEN

En la creciente invernal del río Paraná del año 2013, en la cabecera del delta se decidió realizar un muestreo de sedimentación y conocer la tasa, las cantidades y las proporciones de limo, arcilla y arena de los sedimentos que acarrear las aguas. Las trampas utilizadas para ser colocadas antes del ingreso de las aguas a la isla fueron de 30\*30 cm, y luego retiradas al final del periodo (65 días). El valor máximo depositado fue de 1180 g\*m<sup>2</sup> en todo el periodo con una tasa diaria depositada de 18,2 g\*-día<sup>-1</sup>\*m<sup>2</sup>. El limo fue la porción de sedimento más abundantemente depositada.

### PALABRAS CLAVES

Río Paraná, humedales, tasa de sedimentación, inundaciones.

### INTRODUCCIÓN

El delta del Paraná presenta en la actualidad heterogeneidad de geoformas (Kandus et al., 2010), derivadas de procesos de ingresión y regresión marina (hace 5000 años, aproximadamente), con dinámicas fluviales actuales, otorgando complejos paisajes donde se alternan islas, lagunas, espiras de

### ABSTRACT

When the Parana River's water level of the river head area rose in the winter of 2013, a study was made with the sampling of the sedimentation to find out the rate, the quantities and proportions of lime, clay and sand in the sediment carried by the water. The traps used, that were located prior to the arrival of the water to the island, measured 30\*30 cm; they were then analysed at the end of a period of 65 days. The maximum value deposited was 1180 g\*m<sup>2</sup> in the entire study period with a daily deposition rate of 18,2 g\*day<sup>-1</sup>\*m<sup>2</sup>. Lime was the most abundant portion of the sediment deposited.

### KEY WORDS

Parana River, sedimentation rate, floods.

### INTRODUCTION

Presently, the Parana delta presents a heterogeneity of geoforms (Kandus et al., 2010), derived from processes of marine ingression and regression (which began approximately 5000 years ago), with current fluvial dynamics resulting in complex landscapes where islands, lagoons, meander loops and islets are formed by the action of the river. The large

1. Estación Experimental Agropecuaria INTA Paraná. Departamento de producción. Ruta 11, km 12,5, massa.ernesto@inta.gob.ar

2. Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. CICYTTP (CONICET-Prov. ER-UADER) Entre Ríos, Argentina.

3. Universidad Autónoma de Entre Ríos. Facultad de Ciencia y Tecnología. España 149 (E3105BWA). Entre Ríos Argentina



meandros y albardones formados por la acción de los ríos. Las áreas inundables de los grandes ríos de la Cuenca del Plata funcionan como atenuadoras y retardadoras de cambio, funcionando como filtros de los pulsos hidrosedimentológicos en los distintos tramos de su recorrido (Neiff, 1990).

El delta del Paraná constituye la parte final del sistema Paraná-Paraguay, cuya cuenca cubre 2.600.000 km<sup>2</sup> (Prat et al., 1998). Posee una superficie de 17500 km<sup>2</sup> y se lo divide en delta superior, medio y bajo delta. El primero de ellos comienza en la ciudad de Diamante (provincia de Entre Ríos) y se extiende hasta el viaducto que une a las ciudades de Rosario (provincia de Santa Fe) y Victoria.

De acuerdo con Malvárez (1999) corresponde a la unidad de paisaje A (Bosques, praderas y lagunas de llanura de meandros), totalizando el 7% del total del delta. Presenta lagunas no vegetadas de gran tamaño en las depresiones. Las porciones más elevadas constituyen los "albardones", dominados por un estrato arbóreo y entre ambas situaciones topográficas, se encuentran las medias lomas cubiertas con herbáceas altas, o bajas, dependiendo la permanencia del agua, durante las inundaciones temporarias. Hidrológicamente la mayor parte de la región está influenciada por el régimen hidrológico del río Paraná, aunque puede influir el río Gualeguay y el río Uruguay (Malvárez, 1999).

Puntualmente el comportamiento hídrico del río Paraná en el delta superior, presenta una fase estacional de aguas altas en los meses de verano (enero y febrero) y otoño (marzo y abril), mientras que la fase de aguas bajas, se da en invierno (julio y agosto).

Desde el año 2013 hasta el 2017 inclusive, la fase de aguas altas se retrasó y se han producido crecientes en los meses invernales, donde se superan los niveles de alerta <sup>3</sup> de las poblaciones ribereñas (Prefectura Naval Argentina, PNA, com. pers.).

El río Paraná y sus afluentes son el principal motor de formación de los suelos del Delta, debido a la movilización de gran cantidad de sedimentos procedentes de toda la cuenca que se extiende río arriba (Rossi, et al. 2014).

flood-prone rivers of the basin of the Plata attenuate and delay change, functioning as filters of the hydro-sedimentological pulsations in the different stages of its course (Neiff, 1990).

The delta of the Parana River constitutes the final part of the Parana-Paraguay system whose basin covers 2.600.000 km<sup>2</sup> (Prat et al., 1998). It has a surface of 17500 km<sup>2</sup> and is divided into the higher, middle and lower delta. The first of these begins in the city of Diamante (province of Entre Ríos) and extends to the viaduct that unites the city of Rosario (province of Santa Fe) and the town of Victoria.

According to Malvárez (1999) it corresponds with the unity of the A landscape (woods, meadows and lagoons of meandering plains), which amounts to 7% of the total delta. It presents lagoons without vegetation of large sized depressions. The highest portions constitute the "islets", dominated by a strata of trees and between both topographical situations, there are mounds with a high and low herbaceous cover, depending on the permanence of the water during the temporary floods.

Hydrologically, the greater part of the region is influenced by the water regimen of the Parana River, even though the Gualeguay and Uruguay Rivers can also have an influence (Malvárez, 1999).

To be precise, the hydric behaviour of the Parana River in the upper delta presents a seasonal phase of some highs during the summer months (January and February) and in autumn (March and April), with a low water phase, seen in winter (July and August).

From the year 2013 until the end of 2017, the high water phase was delayed and produced escalations in the winter months, surpassing the levels required for being on alert <sup>3</sup> for the riverine populations (Prefectura Naval Argentina, PNA, -Naval Prefecture, Argentina- com. pers.).

The Parana River and its branches are the principal motor in ground formation of the Delta; this is due to the mobilisation of a great quantity of sediment coming from the whole basin that extends upstream (Rossi, et al. 2014).

Flooding and water movements generate not only an

---

3. De acuerdo a la PNA dichos valores se establecen en 5,30 m en el hidrómetro del puerto de Diamante. // According to the PNA (Naval Prefecture, Argentina) these values were established at 5,30 m on the hydrometer in the Port of Diamante.

La inundación y los movimientos de agua generan no solo un importante flujo de minerales, sino que además transportan materia orgánica e información biótica (Neiff y Malvárez, 2004). Las inundaciones acarrear y redistribuyen sedimentos por poseer más fuerza y una vez que disminuye la velocidad, comienzan a depositarse. Tras una buena inundación se puede observar depósitos de entre 0,5 a 1 m de altura por encima del antiguo nivel (Prat et al., 1998).

El objetivo del trabajo fue determinar las cantidades y las proporciones texturales de los sedimentos depositados por el río Paraná durante una inundación invernal del año 2013.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio:

Ante el inminente aumento de los niveles hídricos que se sucederían por excesivas precipitaciones en la cuenca del río Iguazú, previo a la llegada de la onda de crecida se colocaron trampas de sedimento en una isla del departamento Diamante durante el mes de junio de 2013.

La isla está situada entre el arroyo Las Arañas y el río Paraná (latitud sur: 32,029; longitud oeste:

important movement of minerals but also transport organic matter and biotic information (Neiff and Malvárez, 2004). The floods move and redistribute sediment, this action begins with more force and once the velocity lessens the sediment is deposited. After important flooding, deposits of between 0,5 to 1 m in height can be observed over the old level (Prat et al., 1998).

The aim of this study was to determine the quantities and the textural proportions of the sediment deposited by the Parana River during winter flooding in the year 2013.

## METHODOLOGY

### Area of study:

Faced with the imminent increase of the hydric levels that came about following excessive rainfall in the basin of the Iguazú River, prior to the arrival of the swells, traps were placed for collecting sediment on an island of the Department of Diamante in June, 2013.

The island was situated between Las Arañas stream and the Parana River (south latitude: 32,029; west longitude: 60,65; Fig. 1 A). The study site was covered by a dense herbaceous and shrub strata (Fig. 1 B) and was found in the sector of the mounds.



**Figura 1**  
A- Sitio de estudio. / B- Fisonomía de la media loma evaluada

**Figure 1**  
A- Study site / B- Physiognomy of the evaluated mound

60,65; Fig. 1 A). El sitio de estudio estaba cubierto por un denso estrato herbáceo y arbustivo (Fig. 1 B) y se encontraba en el sector de la media loma. Las cantidades de sedimento fueron colectadas utilizando tres (n=3) trampas, las cuales consistían de cuadros de plástico (40\*40 cm) adheridos al suelo por medio de cuatro estacas de hierro en las esquinas, ubicados de manera aleatoria en una media loma cercana al arroyo Las Arañas.

Posteriormente a la finalización de la inundación, se removieron las trampas y se extrajo con un marco de alambre de 30\*30 cm el material depositado en la zona central, evitando así los bordes (figura 2). Se secaron al aire y se enviaron al laboratorio para realizar el análisis textural de las muestras. Se utilizó un tamiz de 2 mm de suelo para la separación de las fracciones formadoras.

Las variables analizadas fueron: cantidad de sedimento ( $g \cdot m^2$ ), la textura o granulometría de los componentes (%) y la tasa de sedimentación se calculó como el cociente entre el total depositado y la cantidad de días transcurridos ( $g \cdot día^{-1} \cdot m^2$ ).

The quantities of sediment were collected using three (n=3) traps, which consisted of plastic frames (40\*40 cm), held to the ground with four iron stakes at the corners, located in a random manner on a mound close to Las Arañas stream.

Following the end of the flooding, the traps were removed and a wire frame measuring 30\*30 cm was extracted with the material deposited in the central zone, avoiding the borders (figure 2). All this was left out to dry and then sent to the laboratory to carry out the textural analysis of the samples. A sieve, with a 2 mm base, was used for the separation of the formed fractions.

The variables analysed were: quantity of sediment ( $g \cdot m^2$ ), the texture or granulometry of the components (%); the rate of sedimentation was calculated as being the ratio between the total deposition and the number of days that passed ( $g \cdot day^{-1} \cdot m^2$ ).

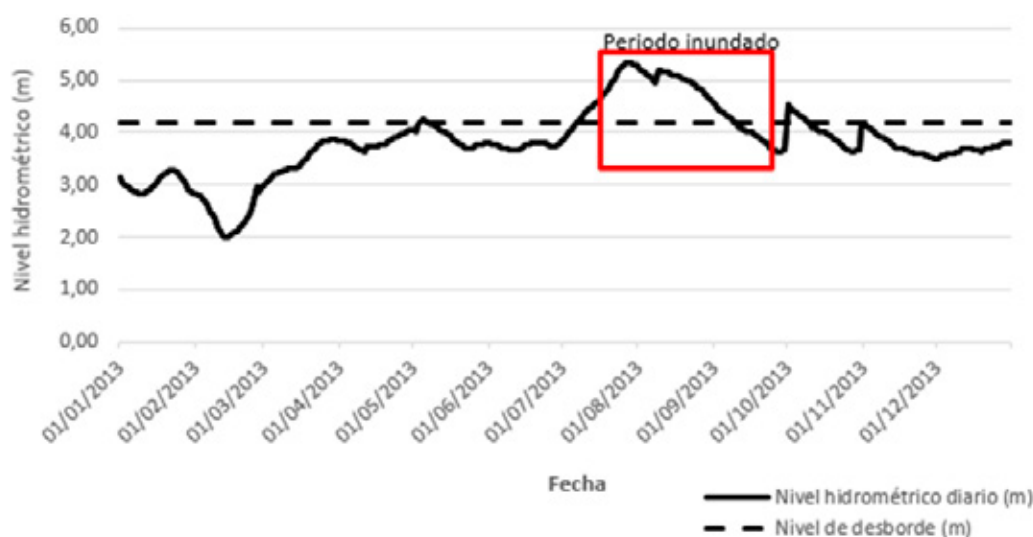


**Figura 2**  
Trampas con material depositado

**Figure 2**  
Traps with deposited material

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La duración de la inundación <sup>4</sup> fue de 65 días. Los niveles hidrométricos del río Paraná durante el periodo analizado se observan en la figura 3 (DNVN, 2016). El nivel de desborde (ingreso del agua al sitio de estudio) fue de 4,2 m, en el hidrómetro del puerto de la ciudad de Diamante, donde el pico de la crecida se dio a fines de julio y por la magnitud del evento puede clasificarse como una crecida “ordinaria” (Carñel, et al., 2014).



**Figura 3**  
Niveles del río Paraná, desborde y periodo bajo agua

Los sedimentos predominantes son finos (arenas muy finas, limos y arcillas), con una adecuada capacidad para almacenar nutrientes (Neiff y Malvárez, 2004). Las cantidades de sedimentos encontradas (tabla 1) fueron similares a las reportadas por Dezzeo, et al. (2000) para el río Mapire en Venezuela, donde encontraron entre 700 y 2290 g\*m<sup>-2</sup>. Dichos autores en otros tributarios del río Orinoco encontraron valores que superan ampliamente a los aquí encontrados (73,6 kg\*m<sup>-2</sup>). Prat, et al. (1998) luego de consultar a varias fuentes bibliográficas concluye que los sedimentos acarreados, ascienden a 200 millones de toneladas por año.

## RESULTS AND DISCUSSION

The flooding <sup>6</sup> lasted 65 days. The hydrometric levels of the Parana River during the analysed period can be observed in the figure 3 (DNVN, 2016). The level of overflowing (water entry to the place of study) was 4,2 m, in the hydrometer of the port in the city of Diamante, where the height of the rise was seen around the end of July and, for the magnitude of the event, it can be classified as an “ordinary” rise in the water level (Carñel, et al., 2014).

**Figure 3**  
Levels of the Parana River, flooding and period of low water

The predominant sediments are fine (very fine sand, limes and clay), with an adequate capacity to store nutrients (Neiff and Malvárez, 2004). The quantities of sediment found (table 1) were similar to those reported by Dezzeo, et al. (2000) in the Mapire River in Venezuela, where between 700 y 2290 g\*m<sup>-2</sup> were found. These authors found values that amply surpassed those there were found here (73,6 kg\*m<sup>-2</sup>) in other tributaries of the Orinoco River. Prat, et al. (1998), after consulting various bibliographic sources, concluded that the sediment that was dragged along reach 200 million tons per year.

4. Lapso transcurrido desde el ingreso de las aguas de desborde hasta la fecha que terminan de evacuarse al río los excedentes de agua ingresados por inundación. / Time elapsed from the entry of flood water until the date when the river finished evacuating the excess flood water .

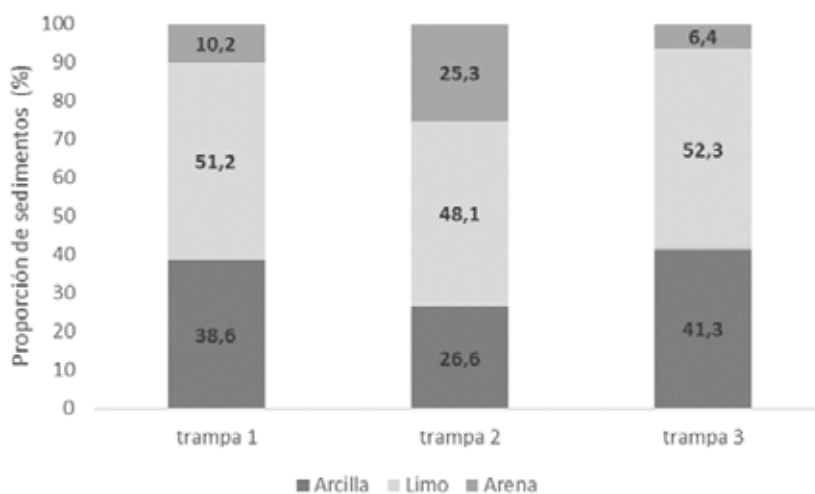
	sedimentos (g*m <sup>2</sup> )	tasa sedimentación (g*día <sup>-1</sup> *m <sup>2</sup> )
trampa 1	844,4	13,0
trampa 2	1180	18,2
trampa 3	710,5	10,9

**Tabla 1**  
Cantidades de sedimentos depositados

**Table 1**  
Quantities of sediment deposited

En cuanto al estudio de la textura de los sedimentos recolectados, como se observa en la Fig. 4, el limo es la fracción predominante. En este sentido, Rossi, et al. (2014) reportan para el bajo delta suelos con horizontes A y C1. En el primero la arcilla dominaba con el 48,9 %, le seguía el limo (38,1%) y por último la arena con 12,9%. El horizonte C1 mostraba mayor cantidad de limo (57,5%), luego la arcilla con 36,1% y por último la arena con 6,4 %.

As for the study of the texture of the sediment collected, as observed in Fig. 4, lime is the predominant fraction. In this sense, Rossi, et al. (2014) report lower delta soils with A and C1 horizons. In the first, clay dominated with 48,9 %, this was followed by lime (38,1%) and lastly, sand with 12,9%. The C1 horizon showed a greater quantity of lime (57,5%), and then clay with 36,1% and lastly sand with 6,4 %.



**Figura 4**  
Granulometría de los sedimentos

**Figure 4**  
Granulometry of the sediments

Un factor que pudo estar relacionada a la capacidad de los terrenos a aumentar las cantidades sedimentadas, es el “efecto de peine” (Prat, et al., 1998) que genera la vegetación debido a que generalmente, hay altas cantidades disponible de biomasa que actúa de filtro (Serie Relevamiento de Recursos Naturales, INTA, 1980), disminuyendo la velocidad de la corriente.

A factor that can be related to the ground’s capacity to increase its quantity of sediment is the “comb effect” (Prat, et al., 1998) which generated vegetation because generally, there are high quantities of biomass available that act as a filter (Relief Series of Natural Resources, INTA, 1980), diminishing the velocity of the current.

## CONCLUSIONES

El presente estudio refleja un trabajo inicial. Las cantidades sedimentadas fueron menores a las registradas por otros autores para el delta y puede deberse a un evento de inundaciones de invierno, por precipitaciones caídas en la subcuenca misionera, zona de menor aporte sedimentario a la cuenca del Plata.

Las muestras presentaron diferencias en las porciones texturales, pero mantuvieron el mismo patrón de distribución, siendo el limo la porción textural predominante en los sedimentos y posteriormente la arcilla. Las arenas, al ser la porción más gruesa mostró la menor proporción granulométrica.

En estudios futuros se deben realizar muestreos con mayor número de réplicas y repeticiones para evidenciar y afirmar las diferencias iniciales mostradas. La importancia radica en conocer la dinámica sedimentaria en diversos eventos de inundación, y cómo influye en los factores formadores de los humedales, cuáles efectos generan en la vegetación y en los demás componentes ambientales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Carñel, G.; Díaz, E.; Zarate, J.; Boschetti, N.; Duarte, O. 2014. Respuesta del sistema delta del río Paraná, en la provincia de Entre Ríos, ante una crecida media ordinaria. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*. Buenos Aires. Nº 33. 1-11 p.
- Dezzeo, N.; Herrera, R.; Escalante, G. y Chacón, N. 2000. Deposition of sediments during a flood event on seasonally flooded forests of the lower Orinoco River and two of its black-water tributaries, Venezuela. *Biogeochemistry* 49: 241–257 p.
- Dirección Nacional de Vías Navegables, distrito Paraná Medio. 2016. Alturas diarias históricas del puerto de la ciudad de Diamante. Información solicitada personalmente.
- Kandus, P.; Morandeira, N. y Schivo, F. 2010. Bienes y servicios ecosistémicos de los humedales del delta del Paraná. *Fundación Humedales/Wetlands International*. Buenos Aires, Argentina. 32 p.

## CONCLUSIONS

This study reflects initial work. The quantities of sediment were lower than those registered by other authors in the delta and could be due to the winter flooding already mentioned, because of rainfall in the missionary sub-basin which is a zone of lower sedimentary contribution to the basin of the Plata.

The samples showed differences in the textural portions but they maintained the same pattern of distribution, with lime being the portion that was texturally predominant in the sediment; this was followed by clay. The sands, being the thickest portion, showed the least granulometric proportion.

Future studies ought to carry out samplings with a greater number of attempts and repetitions to obtain evidence and to affirm the initial differences shown. The importance lies in knowing the sedimentary dynamics in diverse flooding events, how these influence the formative factors of the wetlands and the effects of such activity on the vegetation and other environmental components.

- Neiff, J. J. y Malvárez, A. I. 2004. Grande humedales fluviales. En: Malvárez, A. I. y Bó, R. (Compiladores). Documentos del curso taller “Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina. Buenos Aires. 119 p.
  
- Malvárez, A.I. 1999. El Delta del Paraná como mosaico de humedales. En Malvárez, A.I. (Ed.): Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica, MAB-UNESCO/ORCYT, Montevideo, Uruguay. 47 p.
  
- Neiff, J.J. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15 (6): 424-441 p.
  
- Prat, M.C.; Salomon, J.N.; Gentile, E.; Natenzon, C. 1998. El delta del Paraná. Aspectos naturales y antrópicos. Número Especial. *Travaux du laboratoire de géographie physique appliquée*. 121p.
  
- Rossi, C.; De Magistris, A.; González, G.; Carou, N. y De Loof, E. 2014. Plantas De interés ganadero de la región del bajo delta del Paraná (Argentina) Plantas forrajeras herbáceas y leñosas Valor nutritivo del forraje natural Malezas y plantas tóxicas para el ganado Biodiversidad y otros aspectos. Ed. UNLM, Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina. 206 p.
  
- Serie Relevamiento de Recursos Naturales. 1980. Suelos y erosión de la provincia de Entre Ríos. Estación Experimental Regional Agropecuaria Paraná. Plan Mapa de Suelos de la provincia de Entre Ríos. Proyecto PNUD/FAO/INTA. Tomo 1, 109 p.