

ESTIMACION DEL SESTON EN BASE A VALORES  
DE DISCO DE SECCHI Y TURBIEDAD\*

Edmundo C. Drago  
Jacinto L. Marchetti  
Instituto Nacional de Limnología  
José Maciá 1933 - Santo Tomé (Santa Fe)

RESUMEN

Análisis del seston, turbiedad y disco de Secchi fueron realizados en muestras coleccionadas en los ríos que ocupan el valle del Paraná medio, en la sección Santa Fe - Paraná. Los resultados logrados muestran que los valores del disco de Secchi (cm) y turbiedad (unidades Jackson), pueden ser utilizados para estimar las concentraciones del seston total en suspensión (ppm). Las ecuaciones obtenidas son las siguientes:

$$\log Y (\text{seston}) = 3,6604 - 1,2373 \log X (\text{disco de Secchi})$$
$$Y (\text{seston}) = 0,6659 X (\text{turbiedad}) - 0,0672$$

(\*) Presentado en la Reunión de Comunicaciones y Trabajos Científicos del 16/XII/1972.

**SUMMARY** Seston estimation based of Secchi disk and turbidity measurements.

Seston, turbidity and Secchi disk measurements were performed in samples collected from rivers in the flood valley of the middle Paraná (Paraná-Santa Fe section). The obtained results show that values of Secchi disk (in centimeters) and turbidity (Jackson units) can be successfully used to estimate the concentrations of total seston in suspension (in parts per millon). The regression equations relating the variables are:

$$\log Y (\text{seston}) = 3,6604 - 1,2373 \log X (\text{Secchi disk})$$

$$Y (\text{seston}) = 0,6659 X (\text{turbidity}) - 0,0672$$

### INTRODUCCION

En la literatura limnológica, el conjunto de las fases sólidas suspendidas en los cuerpos de agua, tanto inorgánicas como orgánicas, es conocido bajo la denominación de seston (Kolkwitz, 1912).

Entre otros aspectos de interés limnológico, el seston afecta y limita sustancialmente la penetración de la luz en el agua, gravitando así sensiblemente en los procesos bioproductivos. De aquí que algunos autores hayan relacionado sus valores y características con la transparencia, medida con el disco de Secchi, o por turbidimetría (Jerlov, 1953; Atkins y otros, 1954; Postma, 1961; Kunkle y Comer, 1971; etc.).

En este trabajo se ha prestado especial atención a dichas relaciones, tratándose de obtener curvas que permitan, mediante estos dos últimos parámetros, estimar los valores correspondientes de seston total.

### METODOS

Durante un período de casi cinco años (junio 1967 - febrero 1972), se realizaron muestreos mensuales de seston en los ríos que ocupan el valle del Paraná medio, en la sección Santa Fe-Paraná, existiendo ya un primer estudio sobre el material orgánico e inorgánico transportado en suspensión por dichos ríos (Drago y Depetris, 1968).

Los muestreos fueron realizados en las siguientes estaciones: en el río Paraná (a la altura de la toma de Aguas Corrientes

tes de la ciudad de Paraná), en el Colastiné (puente sobre dicho río), en el Santa Fe (puente a Alto Verde), en el Ubajay (balneario Rincón) y en la desembocadura de la laguna Setúbal (Fig. 1).

Muestras superficiales fueron obtenidas aproximadamente en el centro de cada estación con bidones de polietileno de cinco litros de capacidad, y concentradas mediante una centrifuga MSE provista de cabezal para flujo continuo a 12.000 r.p.m. El material sestónico obtenido en esta forma, fue llevado a cápsula de porcelana previamente tarada y evaporado hasta sequedad en un baño maría. Las muestras fueron secadas en estufa a 110°C hasta peso constante, obteniéndose así los valores correspondientes al seston total.

Al mismo tiempo, se determinaron los valores relativos a la transparencia mediante el disco de Secchi, efectuándose siempre las lecturas a la sombra del casco de la embarcación; cada dato final corresponde a la media aritmética de la distancia a la cual el disco desaparece de la vista en descenso y aquella a la que reaparece en ascenso (Hutchinson, 1957).

Los valores de turbiedad en unidades Jackson, fueron obtenidos mediante el empleo de un fotolorímetro Bausch y Lomb Spectronic 20, con tubos de una pulgada y con una longitud de onda de 450 milimicrones.

El procesamiento estadístico de los datos fue realizado mediante un computador programable Olivetti Programma 101.

## RESULTADOS

### a) Relación Seston - Disco de Secchi

La distribución que adoptan los puntos correspondientes a los datos observados, como así también las características que la predicción debe reunir en sus valores extremos, lleva a la proposición del siguiente modelo:  $y = AX^B$ .

El tratamiento estadístico para el logro de los estimadores A y B se basa en el principio de los cuadrados mínimos, el que fue aplicado a la expresión que surge de la linealización de la ecuación propuesta:

$$\log Y = \log A + B \log X$$

El procesamiento simultáneo de todos los datos obteni-



dos sobre los ríos Paraná, Colastiné, Santa Fe, Ubajay y laguna Setúbal, arrojó los siguientes resultados:

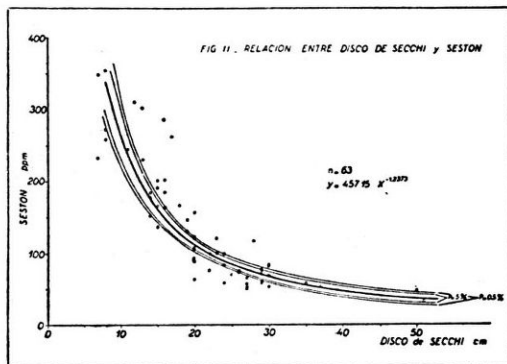
$$\log Y (\text{seston}) = 3,6604 - 1,2373 \log X (\text{disco de Secchi})$$

$$\text{Coeficiente de correlación } r = -0,899$$

$$\text{Desviación standard residual} = 0,1129$$

$$\text{Error standard de la media} = 0,0142$$

La ecuación exponencial correspondiente ( $Y = 457,5 X^{-1,2373}$ ) se encuentra graficada en la Fig. II, en la que también se han trazado las curvas que encierran zonas con probabilidad 99,5 % y 97,5 % de existencia de la función propuesta. La interpretación de estas últimas también puede expresarse suponiendo la realización de cien muestreos similares con idéntico tratamiento estadístico que darán por resultado 100 expresiones exponenciales, de las cuales 99,5 y 97,5 de ellas, respectivamente, pertenecerán a la zona delimitada por las curvas de confianza.



#### b) Relación Seston - Turbiedad

Durante el desarrollo del presente trabajo tendiente a establecer relaciones significativas que permitan la estimación del seston total en base a mediciones de turbiedad, se han intentado aproximaciones de tipo exponencial como la desarrollada para el caso anterior, fundamentalmente debido a la suposición de que el comportamiento descrito por Kunkle y Comer

(1971) para concentraciones de sedimentos suspendidos en el río Sleepers, se repetiría para los ríos aquí analizados. Se ha en contrario, no obstante, que el valor tomado por el estimador  $\bar{E}$  en el ajuste de los datos trabajados no difiere significativamente de 1 (ecuación lineal simple), y que además presenta menor coeficiente de correlación que cuando el ajuste se realiza mediante una regresión lineal sencilla.

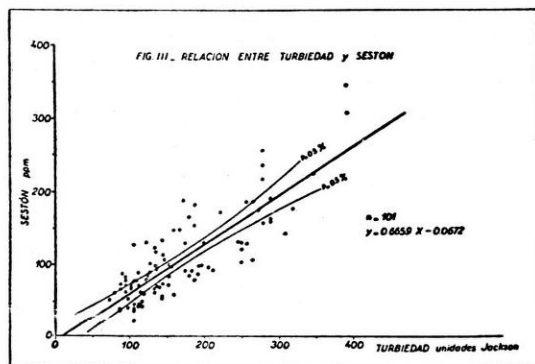
La Fig. III muestra por lo tanto, el trazado de este último tratamiento y las curvas de confianza para el 99,5 %. La ecuación de predicción aquí lograda tiene las siguientes características:

$$Y (\text{seston}) = 0,6659 X (\text{turbiedad}) - 0,0672$$

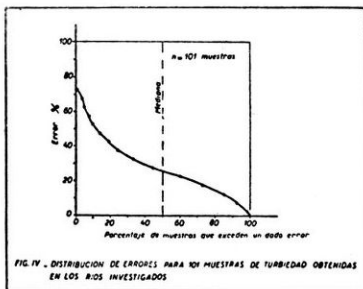
$$\text{Coeficiente de correlación } r = 0,8423$$

$$\text{Desviación standard residual} = 0,3089$$

$$\text{Error standard de la media} = 0,0310$$



Es evidente, sin embargo, que la dispersión de los puntos representativos de cada muestra es considerable, por lo que se estimó conveniente llevar a gráfica (Fig. IV) la distribución de los errores porcentuales de las 101 muestras aquí procesadas, a fin de conocer el porcentaje de muestras que exceden un dado error.



La determinación del error porcentual para cada una de las muestras se realizó mediante la expresión:

$$\text{Error (\%)} = \left( \frac{\text{seston medido} - \text{seston calculado}}{\text{seston medido}} \right) 100$$

Los errores extremos porcentuales encontrados fueron: -72,62 y 49,70 y los valores medios aritméticos de los errores positivos y negativos fueron: 19,33 y 33,92, respectivamente.

## CONCLUSIONES

Las medidas de la transparencia en campaña mediante el disco de Secchi, y de turbiedad en laboratorio, pueden ser utilizadas para estimar las concentraciones del seston total en sus pensión en los ríos investigados utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \log Y (\text{seston}) &= 3,6604 - 1,2373 \log X (\text{disco de Secchi}) \\ Y (\text{seston}) &= 0,6659 X (\text{turbiedad}) - 0,0672 \end{aligned}$$

donde los valores del disco de Secchi son dados en centímetros, los de turbiedad en unidades Jackson y los de seston total en partes por millón (ppm).

Si bien las estimaciones de seston a partir de datos  $\bar{x}$

dividuales de turbiedad o del disco de Secchi adolecerán de cierto error, se ha encontrado que las ecuaciones predictivas aquí presentadas son las más indicadas para tales propósitos. Por otra parte, la información que acompaña a las mismas permite un control aceptable del error.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL TEXTO

- ATKINS, W.; KENKINS, P. y WARREN, F. 1954. The suspended matter in sea water and its seasonal changes as affecting the visual range of the Secchi disc. *J. Marine Biol. Assoc. U. K.*, 33: 497-509.
- DRAGO, E. y DEPETRIS, P. 1968. Sólidos suspendidos en el Paraná medio y sus variaciones en el transecto Santa Fe-Paraná. *Asoc. de Ciencias Nat. del Litoral*, 1: 11-12.
- HUTCHINSON, E. 1957. *A Treatise on Limnology*. Vol. I, p. 399. J. Wiley and Sons, Inc.
- JERLOV, N. 1953. Influence of suspended and dissolved matter on the transparency of sea water. *Tellus*, Vol. 5,1: 59-65.
- KOLKWITZ, R. 1912. Plankton und Seston. *Ber. dt. bot. Ges.*, 30: 334-346.
- KUNKLE, S. y COMER, G. 1971. Estimating suspended sediment concentrations in streams by turbidity measurements. *Jour. of Soil and Water Conservation*, 26 (1): 18-20.
- POSTMA, H. 1961. Suspended matter and Secchi disk visibility in coastal waters. *Neth. Jour. Sea Research*, 1: 359-390.