

# **Sobre la Morfología de las Lagunas Pampeanas**

**Rolando Quirós**

**Documento N° 3, Noviembre 2004**

**Serie de Documentos de Trabajo del Área de Sistemas de Producción Acuática  
Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía  
Universidad de Buenos Aires**

## Sobre la morfología de las lagunas pampeanas

**Rolando Quirós.** Área de Sistemas de Producción Acuática, Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

[quiros@agro.uba.ar](mailto:quiros@agro.uba.ar)

### Resumen

La forma de un lago es uno de los determinantes más generales, junto con el clima y el tipo de suelos de su cuenca de drenaje, de su productividad biológica. Los lagos someros son generalmente polimícticos y naturalmente más productivos que los lagos profundos, principalmente en razón que los nutrientes están disponibles para la producción biológica, durante toda la estación de crecimiento. Sin embargo, la escasa profundidad de los lagos someros los hace más sensibles al enriquecimiento en nutrientes. También son más vulnerables frente a los rellenos erosivo y biológico y durante los períodos extremadamente secos. Sin embargo, la baja relación entre el volumen y la superficie de una laguna (profundidad media) favorece su "lavado" y "rejuvenecimiento" durante los períodos húmedos. En su estado natural, los lagos de las planicies están incluidos en extensos humedales. Globalmente, estos humedales fueron ampliamente desecados para las actividades agropecuarias, en particular para la agricultura. En este trabajo se presenta un análisis de las características morfométricas de los lagos someros de la región pampeana, utilizando información publicada y no publicada correspondiente a 36 lagunas cuyas superficies de espejo de agua ampliamente varían entre 12 y 17000 hectáreas. El origen de las lagunas pampeanas es un reflejo de la particular geomorfología de la región. Esta última determina así la singular morfología natural de la gran mayoría de las lagunas, producto de la deflación eólica en el "mar de arena" pampeano y un grado variable de remodelación fluvial. Una laguna individual varía tanto su profundidad media como máxima en función de la superficie inundada. Sin embargo, en la comparación entre lagunas, la profundidad máxima y la profundidad media están altamente relacionadas entre sí, pero ambas están relativamente mucho menos relacionadas con la superficie del espejo de agua. En otras palabras, cualquiera sea el tamaño de una laguna pampeana natural, o muy poco modificada, su profundidad media es de aproximadamente un 0.7 de su profundidad máxima ( $R^2 = 0.96$ ,  $n = 36$ ,  $P < 0.000001$ ).

**palabras clave:** lagos someros, humedales, lagunas, morfología, Pampas, Argentina

**key words:** very shallow lakes, wetlands, ponds, morphometry, Pampas, Argentina

### Introducción

El origen de las cubetas lacustres y de su morfología abarca un campo de interés que excede el estudio de su relación causal. La geomorfología de los lagos se refleja íntimamente en los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren dentro de un lago y juega un rol principal en el control del metabolismo del lago, en el marco de las restricciones climáticas impuestas por su localización (Wetzel, 1975). Los procesos geomorfológicos que dieron origen a un lago también controlan las

características de su drenaje, las entradas naturales de nutrientes y, a través de su volumen, la relación entre el caudal de entrada y el tiempo de renovación del agua en el lago. En las zonas áridas, la acción del viento genera cubetas lacustres por deflación o erosión de la roca superficial meteorizada o por redistribución de la arena (Hutchinson, 1957). Estos lagos son, en general, muy poco profundos y no presentan estratificación térmica permanente (polimícticos). La importancia del estudio de la morfometría de un lago reside principalmente en que la forma de un lago es uno de los determinantes más generales, junto con el clima y el tipo de suelos de su cuenca de drenaje, de su productividad biológica.

En la región pampeana, durante el pasado geológico reciente, los antiguos depósitos arenosos de origen fluvial fueron reelaborados por los vientos bajo condiciones áridas, formando campos de dunas en el "mar de arena" pampeano (Iriando, 1999; Malagnino, 1988). Las dunas de arena y los depósitos de conchilla tuvieron su origen en las fuerzas eólicas que actuaron bajo paleoclimas áridos y en las oscilaciones del mar durante el cuaternario, respectivamente (Tricart, 1973). La sucesión de períodos climáticos secos y húmedos, en el marco de la geomorfología de la región, llevó a un importante desarrollo de sistemas de humedales y lagos someros, comúnmente denominados lagunas (Iriando, 1984, 1989), en las áreas más deprimidas. Aunque muchas de las lagunas tuvieron origen en procesos de deflación eólica ocurridos durante el cuaternario (Tricart, 1973), un número importante ha sido remodelado por acción fluvial. En otros pocos casos las lagunas se han formado por el embalsado natural del agua de escorrentía, debido a la presencia de médanos, montículos loésicos o cordones de conchillas. Un tipo especial de lagunas, situadas en los puntos más bajos de la planicie, lo constituye aquellas que han estado en comunicación con el mar en épocas geológicas pasadas, y al producirse el ascenso del terreno quedaron aisladas, dulcificándose algo por el aporte paulatino de aguas pluviales. Algunas veces las lagunas, especialmente las temporarias, se han formado por acción combinada de agentes erosivos y disolución cárstica (Vervoorst, 1967). Muchas de las lagunas mayores son resultado de la construcción de pequeñas presas en bajos inundables (Quirós et al., 2002a). Los lagos relativamente profundos tienen una zona litoral proporcionalmente muy pequeña en relación a la superficie total de lago y tienden a ser menos productivos. De manera inversa, los lagos someros, especialmente aquellos más transparentes, tienen una porción muy alta de su superficie total naturalmente cubierta por vegetación (macrófita) que crece en los sedimentos y una superficie aún mayor de algas microscópicas que crecen sobre los sedimentos y la vegetación sumergida (Kalff, 2002).

Las lagunas pampeanas, como lagos de llanura, han sido caracterizadas en su ecología por Ringuelet (1962) y más recientemente por Quirós y colaboradores (Quirós et al., 2002b). La morfometría de varias de las lagunas pampeanas más importantes fue estudiada por Dangavs (1976, 1979, 1988). La particular morfología de las lagunas

pampeanas, y su ubicación en drenajes con suelos ricos en nutrientes son las causas más generales de su estado eutrófico original y su alta productividad biológica natural (Quirós, 1988). Su escasa profundidad favorece la interacción agua-sedimentos provocada por la acción del viento, especialmente durante los periodos de sequía. Sin embargo, una alta proporción de las lagunas pampeanas se encuentra actualmente bajo estrés ambiental manifiesto que ha incrementado aún más sus naturalmente altos contenidos de nutrientes (Quirós *et al.*, 2002a) y la más pequeña viene sufriendo una creciente actividad de desecación para las actividades agropecuarias. Es de prever que la actual intensificación descontrolada de las actividades agropecuarias en la región pampeana deteriorará aún más el muy transformado estado actual de sus lagunas, componente central del humedal pampeano.

## Materiales y métodos

Existe una vasta variedad de parámetros para caracterizar la morfometría de un lago. La superficie (A) y el volumen del lago (V) son los más comunes y difundidos. La profundidad media (A/S) es el parámetro morfométrico que mejor caracteriza y resume el funcionamiento y la estructura ecosistémica de un ambiente acuático una vez definidas sus características climáticas y edáficas. Ello se ve ampliamente reflejado en la bibliografía sobre ecología acuática (Wetzel, 2001; Kalff, 2002). Sin embargo, la relación entre las profundidades media y máxima ( $Z_{media}:Z_{maxima}$ ) (relación entre profundidades) aporta información de mucha utilidad sobre la forma de un lago (Neumann, 1959).

La "profundidad relativa" de un ambiente acuático ( $Z_{rel}$ ) está definida como un porcentaje de la profundidad máxima con respecto al diámetro medio del lago (Wetzel, 1975). Para las lagunas pampeanas este parámetro es extremadamente bajo dado la baja profundidad de las mismas, pero generalmente aumenta con la disminución del tamaño de la laguna.

$$Z_{rel} = 0.05 Z_{max} \pi^{0.5} / Area^{0.5}$$

$$[Z_{max}] = m \quad [Area] = km^2$$

La "pendiente promedio" para un lago, en metros por kilómetro, puede ser aproximada (Timms, 1992) por la ecuación

$$S = \pi^{0.5} Z_{max} / Area^{0.5}$$

$$[Z_{max}] = m \quad [Area] = km^2$$

En realidad, ambos parámetros, la "profundidad relativa" y la "pendiente promedio" representan una misma realidad, cuan abrupta es la forma de un lago. Es más, ambos son, en el fondo, el mismo parámetro; la "profundidad relativa" es igual a un 0.05 de la "pendiente promedio". Nosotros aquí utilizaremos indistintamente ambos parámetros, según sea el contexto. Otros parámetros morfométricos analizados fueron el "índice de Osgood" y la "relación dinámica del sedimento". Sin embargo, ambos parámetros están muy relacionados con los aquí considerados.

La forma superficial de las lagunas pampeanas no será analizada por nosotros. Sin embargo, cuando hagamos referencia a ella lo haremos en términos del "desarrollo de costa" ( $D_L$ ) definido como

$$D_L = L / 2 (\pi \text{ Area})^{0.5}$$

siendo L la longitud de costa (km) y el área superficial expresada en  $\text{km}^2$ .

En este estudio se utiliza información sobre morfometría de lagunas que incluye un máximo de 36 ambientes, abarcando prácticamente toda la región pampeana. La información utilizada corresponde a información publicada y no publicada de 36 lagunas cuyas superficie de espejo de agua ampliamente varía entre 12 y 17000 hectáreas (Dangavs, 1976, 1979, 1988; Quirós et al., 1988; Quirós, 1997; Quirós, información no publicada). En este trabajo se utilizaron, principalmente, dos bases de datos. La primera, PAMPA ARLARE (n = 23), está compuesta por 23 lagunas medianas y grandes incluidas en la base de datos ARLARE (Quirós et al., 1988, Quirós, 1997). Parte de la información morfométrica incluida en la misma es original de Dangavs (1976) (ver Tabla 1). Para construir la segunda base de datos, PAMPA TOTAL (n = 36), a la primera base se le agregaron datos sobre grandes lagunas provenientes de Dangavs (1976, 1979, 1988), Calcagno y colaboradores (1995) y de pequeñas lagunas pampeanas estudiadas recientemente por nosotros (Quirós et al., 2002, información no publicada) (Tabla 1). La actual laguna de Alsina y una de las pequeñas lagunas (La Tigra) fueron excluidas de los análisis debido a haber sido objeto de embalsados o cerramientos que modificaron su morfología original. Similar criterio se siguió con la laguna de Mar Chiquita (Córdoba) por su diferente y particular origen geomorfológico (Tabla 1).

La antigüedad de la información disponible previene sobre la utilización de la base de datos para caracterizar alguna de las lagunas incluidas en misma. Los ecosistemas lagunares del humedal pampeano son altamente dinámicos frente a los procesos naturales y más aún frente a las acciones humanas (relleno erosivo, defensa de costas, construcción de albardones, desecación parcial, etc.). Sin embargo, consideramos que los resultados obtenidos son de aplicación general a la gran mayoría de las lagunas de la región. Consideramos que los resultados obtenidos son de utilidad para el manejo del humedal pampeano bajo diferentes horizontes y alternativas de intensificación del uso de la tierra.

Finalmente, se presentan una series de ecuaciones de regresión a partir de las cuales y de información relativamente fácil de obtener, permiten predecir la profundidad media de una laguna, y su eventual variación temporal, a partir de una correcta medida de su profundidad máxima.

**Tabla 1.** Características morfométricas de las lagunas pampeanas estudiadas (Morphometric data for pampean very shallow study lakes).

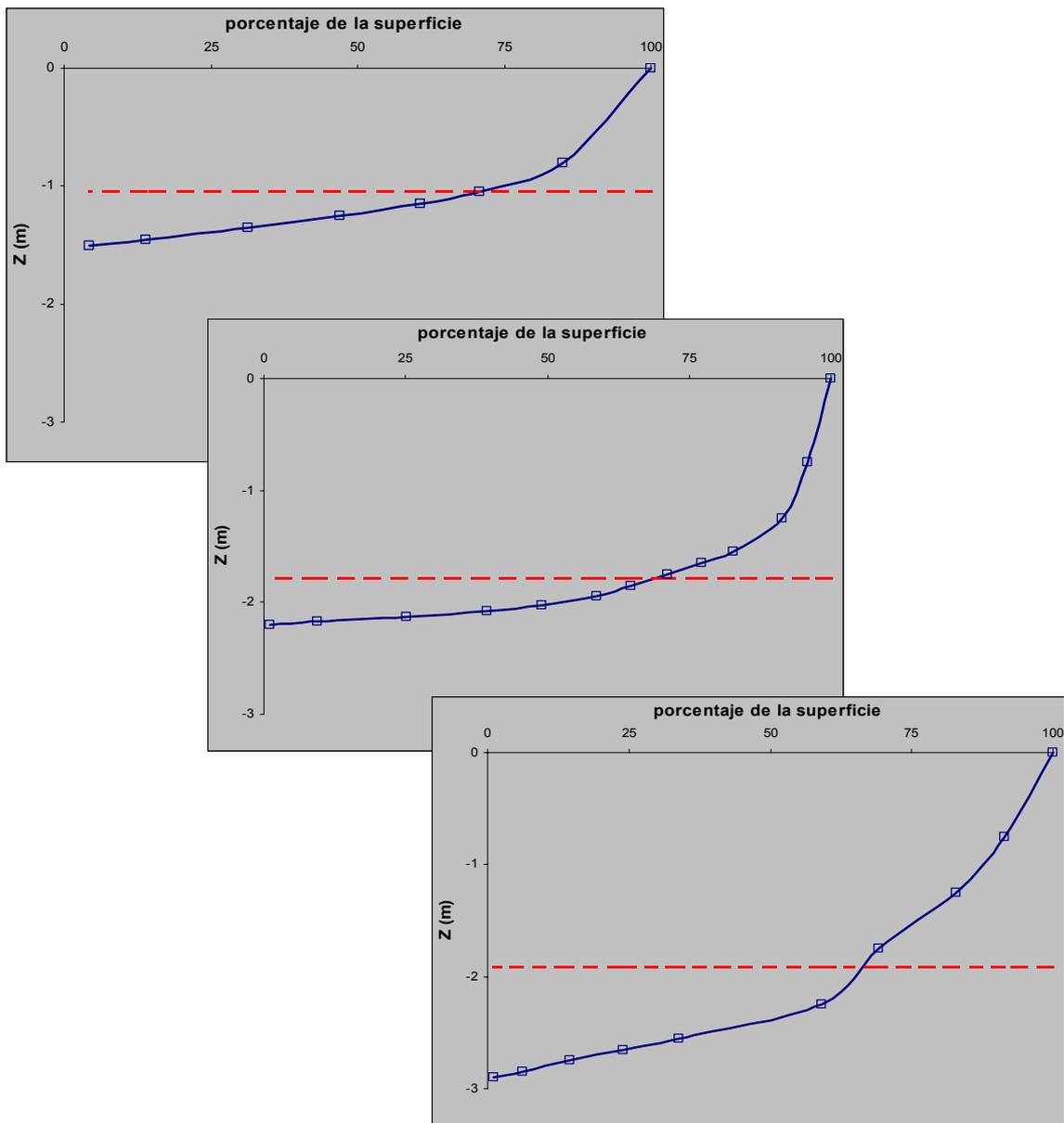
|    | <b>Area</b>        | <b>Zmedia</b> | <b>Zmax</b> | <b>Zmed/Zmax</b> | <b>Zrel</b> |       |                 |
|----|--------------------|---------------|-------------|------------------|-------------|-------|-----------------|
|    | (km <sup>2</sup> ) | (m)           | (m)         |                  | (%)         |       |                 |
| 1  | Adela              | 20.8          | 1.2         | 1.7              | 0.71        | 0.033 | xx              |
| 2  | Alsina 88          | 25.7          | 1.1         | 1.9              | 0.58        | 0.033 | *x              |
| 3  | Blanca Grande      | 4.1           | 1.5         | 1.8              | 0.83        | 0.079 | *x              |
| 4  | Carpincho          | 4.4           | 1.2         | 1.4              | 0.86        | 0.059 | *               |
| 5  | Chascomus          | 28.7          | 1.5         | 1.9              | 0.79        | 0.031 | *x              |
| 6  | Chis Chis          | 14.7          | 1.1         | 1.5              | 0.73        | 0.035 | xx              |
| 7  | Cochico 88         | 36.6          | 1.9         | 3.0              | 0.63        | 0.044 | *x              |
| 8  | Cochico 92         | 66.7          | 5.1         | 7.2              | 0.71        | 0.078 | xx              |
| 9  | de Moscoso         | 3.0           | 4.0         | 6.4              | 0.63        | 0.325 | Vicuña Mackenna |
| 10 | de Paci            | 0.1           | 1.8         | 2.4              | 0.75        | 0.601 | Gral. Pinto     |
| 11 | Del Monte 88       | 80.1          | 5.2         | 6.7              | 0.78        | 0.066 | *               |
| 12 | Del Monte 92       | 174.5         | 4.8         | 7.7              | 0.62        | 0.052 | xx              |
| 13 | Del Venado 88      | 25.3          | 3.8         | 5.6              | 0.68        | 0.099 | *               |
| 14 | Del Venado 92      | 100.2         | 5.0         | 8.1              | 0.62        | 0.072 | xx              |
| 15 | Dulce              | 49.0          | 3.8         | 6.4              | 0.59        | 0.081 | *               |
| 16 | Gomez              | 36.6          | 1.1         | 1.9              | 0.58        | 0.028 | *               |
| 17 | Indio Muerto       | 6.3           | 1.6         | 2.0              | 0.80        | 0.071 | *               |
| 18 | La Brava           | 4.3           | 3.4         | 4.8              | 0.71        | 0.205 | *               |
| 19 | La Limpia          | 5.6           | 1.9         | 2.3              | 0.83        | 0.086 | *               |
| 20 | La Tablilla        | 12.9          | 1.1         | 1.5              | 0.73        | 0.037 | *x              |
| 21 | Las Chilcas        | 10.0          | 1.5         | 1.7              | 0.88        | 0.048 | *               |
| 22 | Las Mulitas        | 1.4           | 1.5         | 1.7              | 0.88        | 0.127 | *               |
| 23 | Las Talitas        | 7.0           | 0.7         | 1.1              | 0.62        | 0.037 | Mar Chiquita    |
| 24 | Lobos              | 7.5           | 1.2         | 1.6              | 0.75        | 0.052 | *               |
| 25 | Los Horcones       | 2.0           | 1.3         | 1.7              | 0.76        | 0.107 | *               |
| 26 | Manantiales        | 20.8          | 1.2         | 1.7              | 0.71        | 0.033 | xx              |
| 27 | Melincue           | 48.2          | 3.2         | 5.4              | 0.59        | 0.069 | *               |
| 28 | Monte              | 6.4           | 1.4         | 2.0              | 0.70        | 0.070 | *x              |
| 29 | Navarro            | 2.1           | 0.7         | 1.0              | 0.70        | 0.061 | *               |
| 30 | Saavedra           | 4.5           | 2.7         | 3.1              | 0.87        | 0.130 | *               |
| 31 | Salada Grande      | 61.0          | 0.6         | 1.3              | 0.46        | 0.015 | xx              |
| 32 | Sauce Grande       | 18.2          | 2.1         | 2.4              | 0.88        | 0.050 | *               |
| 33 | Sauce Grande       | 22.9          | 1.1         | 1.8              | 0.61        | 0.033 | xx              |
| 34 | Urrelauquen        | 62.9          | 1.6         | 2.4              | 0.67        | 0.027 | *               |
| 35 | Vitel              | 14.6          | 1.2         | 1.7              | 0.71        | 0.039 | xx              |
| 36 | Yalca              | 10.6          | 0.7         | 1.4              | 0.50        | 0.038 | xx              |
| 37 | Alsina 92          | 132.9         | 2.8         | 6.4              | 0.44        | 0.049 | xx              |
| 38 | La Tigra           | 22.0          | 1.4         | 3.3              | 0.44        | 0.061 | Carlos Tejedor  |
| 39 | Mar Chiquita       | 1984.0        | 1.8         | 3.6              | 0.50        | 0.007 | *               |
|    | Mean (n = 36)      | 27.8          | 2.1         | 3.0              | 0.71        | 0.085 |                 |
|    | max                | 174.5         | 5.2         | 8.1              | 0.88        | 0.601 |                 |
|    | min                | 0.1           | 0.6         | 1.0              | 0.46        | 0.015 |                 |

\*, ARLARE data; X, Dangavs data; XX, Calcagno et al., 1995

## Resultados

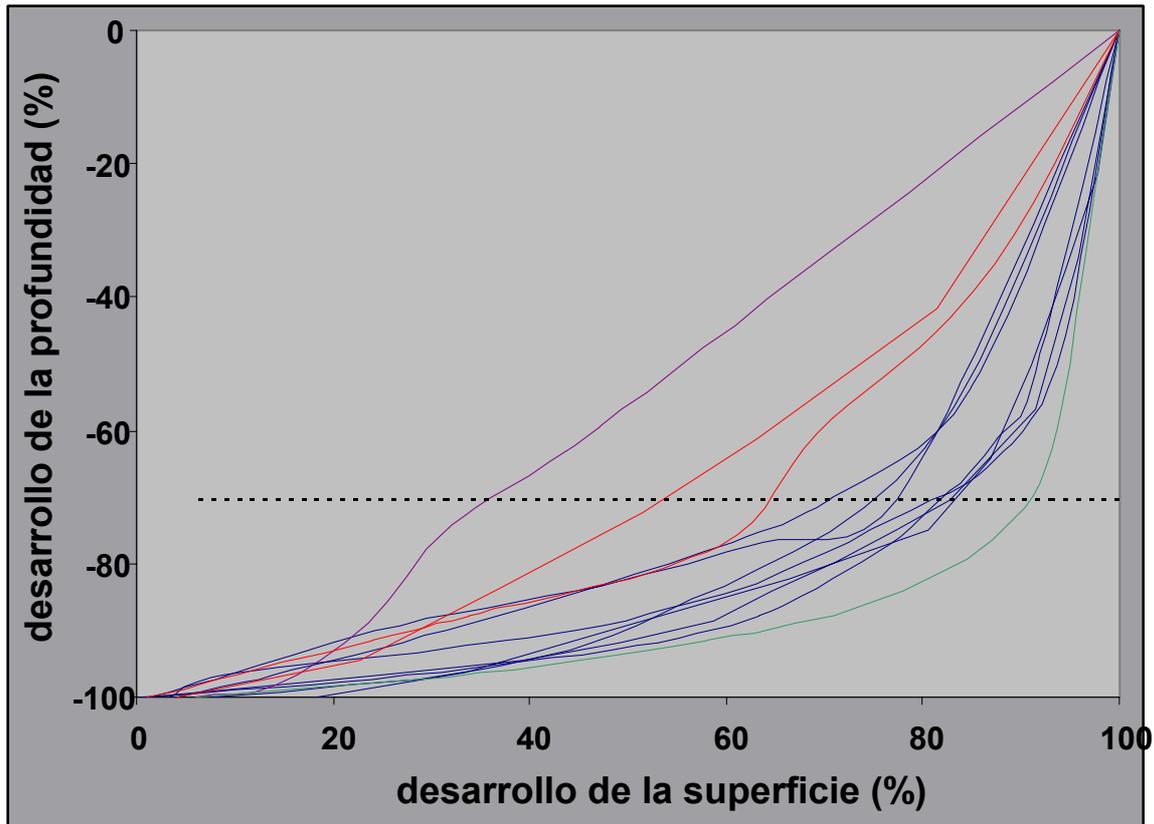
### La forma de la cubeta de las lagunas pampeanas

Para la base de datos PAMPA TOTAL ( $n = 36$ ) la superficie y profundidad media de las lagunas varía entre  $0.12$  y  $174.5$   $\text{km}^2$  y  $0.6$  y  $5.2$  m, respectivamente, mientras la relación  $Z_{\text{media}}:Z_{\text{maxima}}$  lo hace entre  $0.46$  y  $0.88$  con una media de  $0.71$  (Tabla 1). En función de la relación  $Z_{\text{media}}:Z_{\text{maxima}}$  promedio que muestran, las lagunas pampeanas tienen una forma elipsoidal. Una cubeta de forma elipsoidal es característica de lagos someros con fondos de pendientes muy bajas.



**Figura 1.** Curvas hipsográficas para las lagunas La Tablilla, del Burro y Cochicó (según datos de Dangavs, 1976). La profundidad media de cada laguna es incluida.

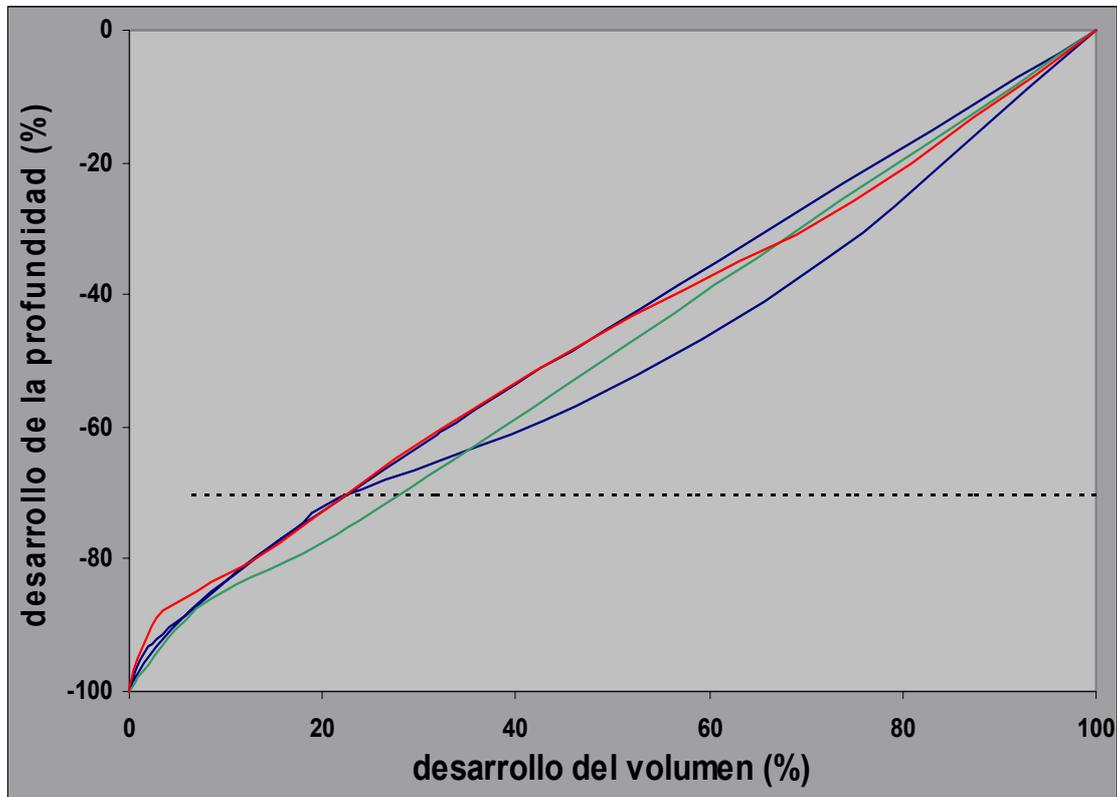
Las curvas hipsográficas de algunas de las grandes lagunas estudiadas por Dangavs (1976) muestran más gráficamente la forma cuasi-elipsoidal de las cubetas (Figura 1a, b y c), independientemente de su profundidad máxima. Cuando todas las lagunas estudiadas por Dangavs (1976) son incluidas en una sola gráfica estandarizada, el patrón de forma de cubeta elipsoidal es resaltado (Fig. 2). Sin embargo, la Figura 2 sugiere que algunas pequeñas diferencias regionales pueden ser esperadas. La laguna Yalca en 1971 aparece como un caso atípico entre las lagunas pampeanas estudiadas por Dangavs (Fig. 2, Tabla 1).



**Figura 2.** Curvas hipsográficas relativas para grandes lagunas pampeanas (según datos de Dangavs, 1976). En azul las lagunas del sistema de Chascomus y El Carpincho, en verde la Blanca Grande (Olavarría), en rojo las primigenias lagunas de Cochicó y de Alsina, y en violeta la laguna Yalca. La profundidad media relativa es resaltada como igual a 70%.

La media de las lagunas pampeanas estudiadas por Dangavs (1976) presenta un patrón tal que un 70% de la superficie de una laguna pampeana relativamente grande tiene profundidades mayores a la profundidad media de dicha laguna (Figuras 1 y 2).

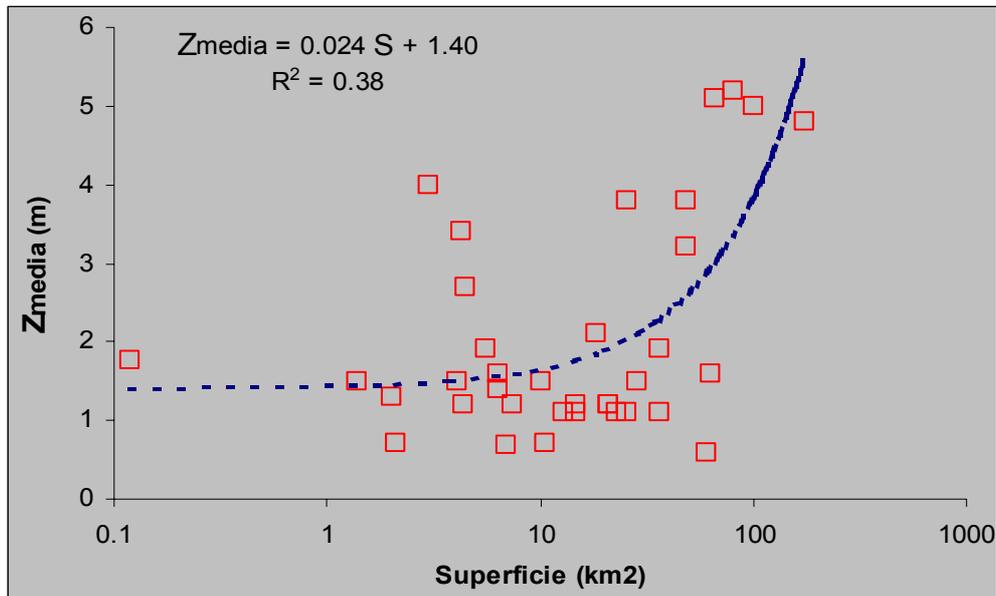
Cuando se analiza el desarrollo de la profundidad en relación con el desarrollo del volumen (Fig. 3) se puede observar que una laguna pampeana relativamente grande tiene un 75-80 % de su volumen por encima de su profundidad media.



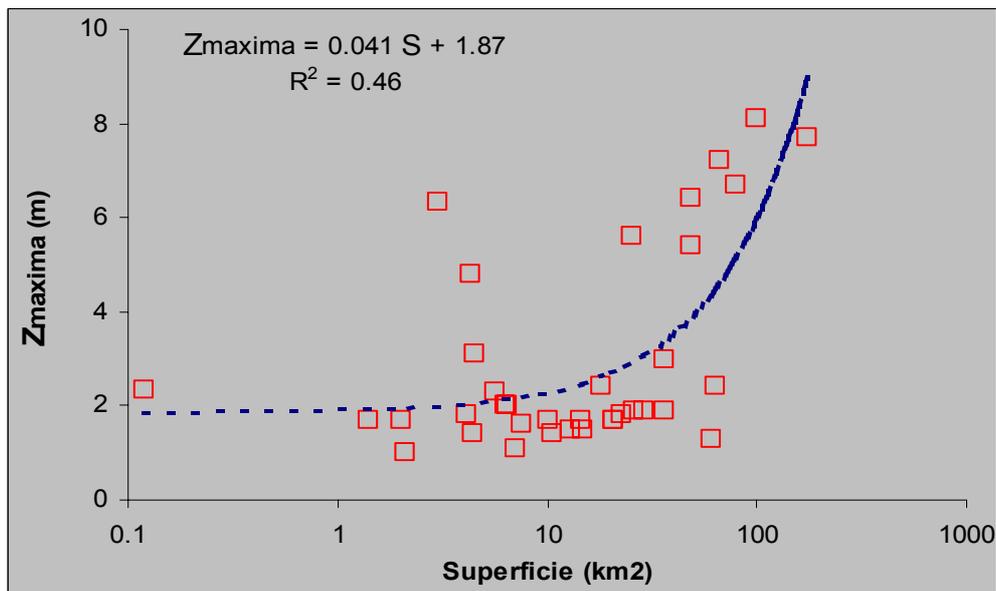
**Figura 3.** Desarrollo de la profundidad en función del desarrollo del volumen para grandes lagunas pampeanas (según datos de Dangavs, 1976). En azul las lagunas del Burro y de Chascomus, en verde la Blanca Grande (Olavarría), en rojo la primigenia laguna de Cochicó. La profundidad media relativa es resaltada como igual a 70%.

Además de ser ambientes acuáticos muy poco profundos, las lagunas pampeanas presentan una profundidad relativa muy baja. Para las lagunas estudiadas, la profundidad relativa osciló entre 0.02 y 0.6 % con una media de 0.09 % (Tabla 1). De forma similar, la "pendiente promedio" de las lagunas osciló entre 0.3 y 12 m/km con una media de 1.7 m/km. Siendo apreciablemente mayor a medida que la superficie de la laguna disminuye (Tabla 1, Fig. 4). Ambos parámetros cuantifican adecuadamente como se continua el suave relieve pampeano (0.25 - 1 m/km) en las cubetas de sus lagunas.





**Figura 5.** Relación entre la profundidad media y la superficie lagunar (n = 36).

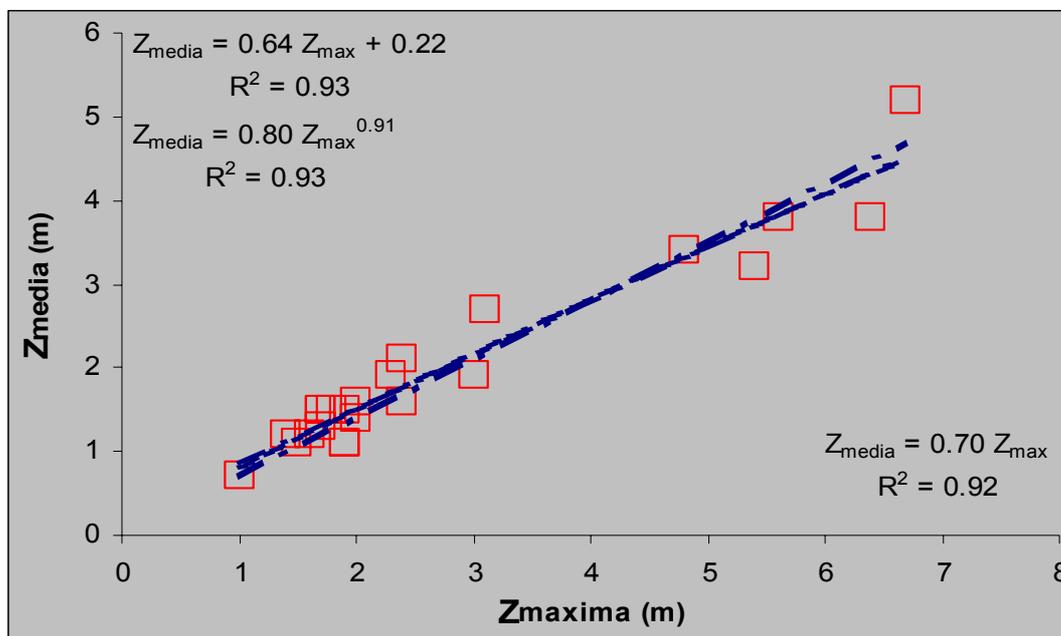


**Figura 6.** Relación entre la profundidad máxima y la superficie lagunar (n = 36).

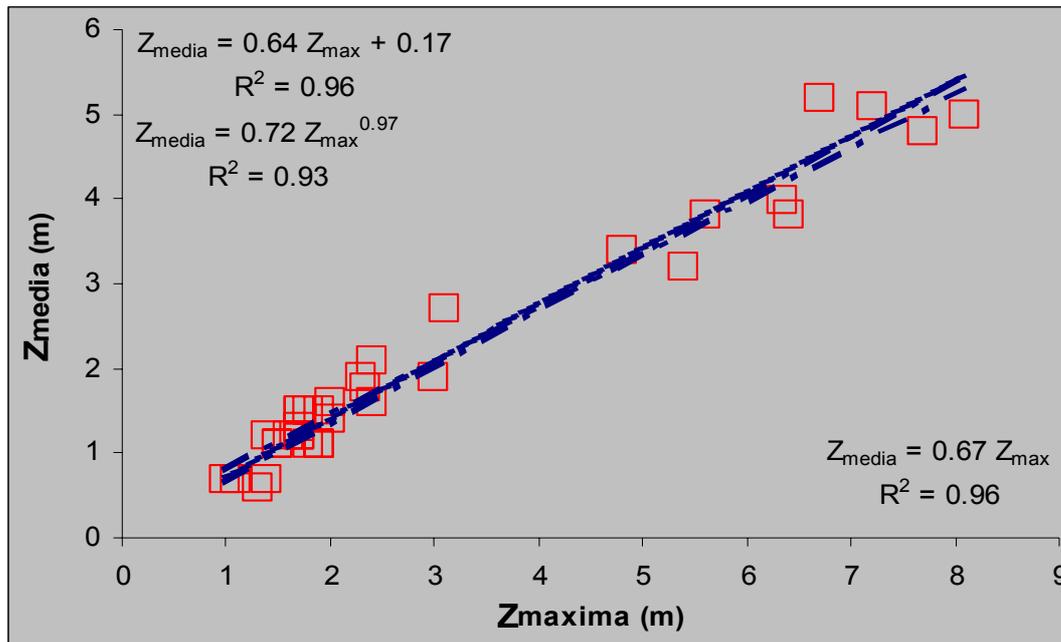
La relación entre la  $Z_{media}$  y la  $Z_{maxima}$  de las lagunas pampeanas fue estudiada, por separado, en las dos bases de datos. Los resultados son altamente coincidentes para ambas (Tabla 2). Sin embargo, un resultado es de resaltar que, la relación  $Z_{media} : Z_{maxima}$  es constante, dentro del error de las regresiones realizadas (Figuras 7 y 8, Tabla 2). Resumiendo, la relación  $Z_{media} : Z_{maxima}$  de las lagunas cuyas superficies oscilan entre 12 y 17500 hectáreas es aproximadamente igual a 0.7.

**Tabla 2.** Relación entre la profundidad media ( $Z_{media}$ ) y la profundidad máxima ( $Z_{maxima}$ ) en las bases de datos PAMPA ARLARE ( $n = 23$ ) y PAMPA TOTAL ( $n = 36$ ). Todas las regresiones son significativas con  $P < 0.000001$ . (Relationships between mean depth and maximum depth for pampean very shallow lakes).

| n  | ecuación                             | R <sup>2</sup> | rango de superficie (km <sup>2</sup> ) |
|----|--------------------------------------|----------------|--|
| 23 | $Z_{media} = 0.64 Z_{maxima} + 0.22$ | 0.93           | 1.4 - 80.1                             |
| 23 | $Z_{media} = 0.80 Z_{maxima}^{0.91}$ | 0.93           |  |
| 23 | $Z_{media} = 0.70 Z_{maxima}$        | 0.92           |  |
| 36 | $Z_{media} = 0.64 Z_{maxima} + 0.17$ | 0.96           | 0.12 - 174.5                           |
| 36 | $Z_{media} = 0.72 Z_{maxima}^{0.97}$ | 0.93           |  |
| 36 | $Z_{media} = 0.67 Z_{maxima}$        | 0.96           |  |



**Figura 7.** Relación entre la profundidad media y la profundidad máxima en la base datos PAMPA ARLARE ( $n = 23$ ).

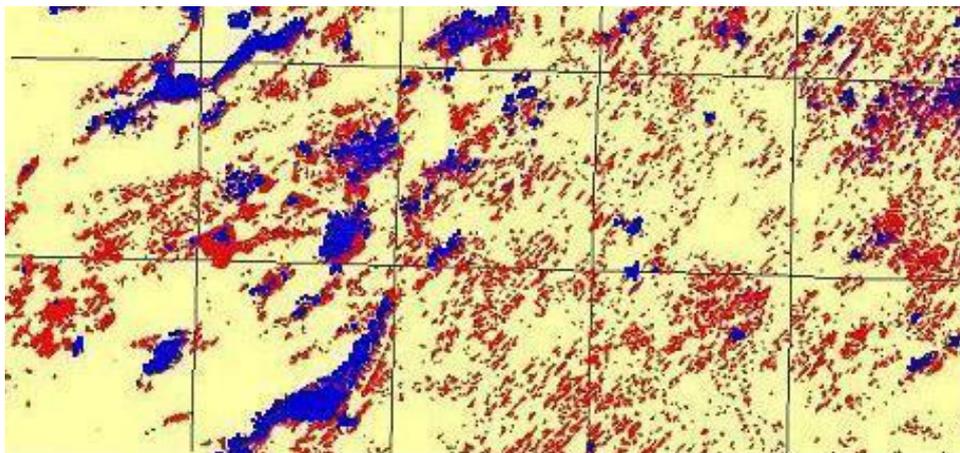


**Figura 8.** Relación entre la profundidad media y la profundidad máxima en la base datos PAMPA TOTAL (n = 36).

## Discusión y conclusiones

El origen de las lagunas pampeanas es un reflejo de la particular geomorfología de la región. Esta última determina la singular morfología de la gran mayoría de las lagunas, producto de la deflación eólica en el "mar de arena" pampeano y un grado variable de remodelación fluvial. Una laguna individual varía tanto su profundidad media como máxima en función de la superficie inundada. Sin embargo, en la comparación entre lagunas, la profundidad máxima y la profundidad media están altamente relacionadas entre sí, pero ambas están relativamente mucho menos relacionadas con la superficie del espejo de agua. La morfología externa de las lagunas pampeanas ha sido descrita con anterioridad. Muchas lagunas de la pampa deprimida presentan un borde occidental irregular, mientras que el nororiental presenta una pequeña barranca con una elevación en forma de medialuna conformadas por material eólico (Tricart, 1973, Dangavs, 1979, 1988).

La forma superficial de las lagunas pampeanas no fue analizada por nosotros. Sin embargo, dicha forma sigue a la geomorfología de la región. En su estado no conectado, las lagunas permanentes y temporarias tienen una forma superficial que va de subcircular a elíptica (ver Figura 9). Las grandes lagunas presentan un desarrollo de línea de costa que oscila entre 1.3 y 3.5, con una mediana de 1.6 (Dangavs, 1976), que apoya nuestra aserción.



**Figura 9.** Lagunas pampeanas permanentes extendidas (azul) y temporarias (rojo) en la zona sur del Departamento de Catrillo (La Pampa) (imagen modificada de INTA, 2002).

El análisis de la información morfométrica de las grandes lagunas estudiadas por Dangavs (1976) ya sugiere que las lagunas pampeanas poco modificadas se caracterizan por tener una forma de cubeta similar. Aproximadamente, el 70% de la superficie de una laguna pampeana relativamente grande tiene profundidades mayores a su profundidad media, y el 75-80 % del volumen se encuentra por encima de la profundidad media de la laguna. Para las lagunas pampeanas en general, cualquiera sea su tamaño, nuestros resultados sugieren, además, que la profundidad media es de aproximadamente un 0.7 de la profundidad máxima. Una relación  $Z_{media} : Z_{maxima}$ , cercana a 0.7, caracteriza su forma de cubeta como un semi elipsoide de revolución (Wetzel, 1975).

Las lagunas, especialmente aquellas más pequeñas, son un componente central del extenso humedal pampeano. Debido al drenaje y canalización crecientes en búsqueda de la "agriculturización" del humedal, sumados al colmatado de las cubetas ocasionada por la erosión del suelo, su abundancia y tamaño estaría disminuyendo constantemente.

## Agradecimientos

R. Quirós reconoce el apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Agradecemos a Hugo T. von Bernard por su asistencia técnica. Este trabajo fue parcialmente subsidiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 04698).

## Referencias

- CALCAGNO, A.T., M.J. FIORITI, F. PEDROZO, H. LOPEZ, C. REY, R. QUIROS, y M.E. RASQUIN. 1995. Catálogo de Lagos y Embalses de Argentina (edición bilingüe). Subsecretaría de Recursos Hídricos. Ministerio de Economía y Obras Públicas. Buenos Aires, Argentina.
- DANGAVS, N.V. 1976. Descripción sistemática de los parámetros morfométricos considerados en lagunas pampásicas. *Limnobiós* 1 (2): 35-39.
- DANGAVS, N. V., 1979. Presencia de dunas de arcilla fósiles en la Pampa Deprimida. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 34 (1):31-35.
- Dangavs, N. V. 1988. Geología y Sedimentología del Complejo Lagunar Salada Grande. Partidos de General Madariaga y General Lavalle, Provincia de Buenos Aires, República Argentina. Subdirección de Publicaciones e Impresos, Ministerio de Economía de la Provincia de Buenos Aires. 143 pp.
- HUTCHINSON, G.E. 1957 *A Treatise on Limnology. Volume 1: Geography, Physics and Chemistry*. John Wiley and Sons, New York, 1015 pp.
- INTA, 2002. Problemática de las inundaciones. Jornada de "Sustentabilidad e Incertidumbre", AgroRADAR. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Anguil, La Pampa, Argentina.  
<http://www.inta.gov.ar/pro/radar/actividad/generacion/jornadas/jornadas3.htm>
- IRIONDO, M. 1984. The Quaternary of northeastern Argentina. In J. Rabassa (ed.) Quaternary of South America and Antarctic Peninsula 2, 51-78.
- IRIONDO, M. 1989. Quaternary lakes of Argentina. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 70, 81-88.
- IRIONDO, M. 1999. Climatic changes in the South American plains: Records of a continent-scale oscillation. *Quaternary International* 57-58: 93-112.
- KALFF, J. 2002. *Limnology*. Prentice Hall. USA. 592 p.
- MALAGNINO, E.C. 1988. Evolución del sistema fluvial de la Provincia de Buenos Aires desde el Pleistoceno hasta la actualidad. Actas de las Segundas Jornadas de Geología Bonaerense, Bahía Blanca, Argentina: 201-211.
- QUIRÓS, R. 1988. Relationships between air temperature, depth, nutrients and chlorophyll in 103 Argentinian lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23, 647-658.
- QUIRÓS, R. 1997. Argentinean lakes and reservoirs data base (ARLARE), [www.agro.uba.ar/users/quiros/](http://www.agro.uba.ar/users/quiros/)
- QUIRÓS, R., A. RENNELLA, M. BOVERI, J.J. ROSSO y A. SOSNOVSKY. 2002b. Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas pampeanas. *Ecología Austral* 12: 175-185.
- QUIRÓS, R., J.J. ROSSO, A. RENNELLA, A. SOSNOVSKY y M. BOVERI. 2002a. Estudio sobre el estado trófico de las lagunas pampeanas. *Interciencia* 27: 584-591.
- QUIRÓS, R., C.R.M. BAIGÚN, S. CUCH, R. DELFINO, A. DE NICHILLO, C. GUERRERO, M.C. MARINONE, S. MENU MARQUE, y M.C. SCAPINI. 1988. Evaluación del rendimiento pesquero potencial de la República Argentina I: Datos 1. *Informes Técnicos del Departamento de Aguas Continentales*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Informe Técnico No 7, 55p.

- RINGUELET, R.A. 1962. *Ecología Acuática Continental*. EUDEBA. Buenos Aires, Argentina. 138 pp.
- TIMMS, B.V. 1992. *Lake Geomorphology*. Gleneagles Publishing, Adelaide, Australia. 180 pp.
- TRICART, J.F.L. 1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. 202 p.
- VERVOORST, F.B. 1967. Las comunidades vegetales de la Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires). En La vegetación de la República Argentina. Serie Fitogeográfica 7. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. 219 p.
- WETZEL, R.G. 1975 *Limnology*. Saunders, Philadelphia, USA. 743 pp.