

**FACULTAD de CIENCIAS**

Universidad de la República



**SECCIÓN LIMNOLOGÍA**

Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales



---

**Iguá 4225 - Piso 9 Norte; 11400-Montevideo, Uruguay; Tel.: 598 2 525 8618 (7148); Fax: 598 2 525 8617**

*E-mail: [gchalar@fcien.edu.uy](mailto:gchalar@fcien.edu.uy) <http://limno.fcien.edu.uy>*

**LIMNOLOGÍA DE LOS EMBALSES DEL RÍO NEGRO:  
NOVIEMBRE 2000 – MARZO 2009**

**Dr. Guillermo Chalar**

**Dr. Daniel Fabián**

**Lic. Mauricio González**

**Lic. Lucía Delbene**

**Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Udelar**

**Montevideo, Diciembre de 2010**

## BASE DE DATOS ANALIZADA

El presente informe fue realizado a partir de la base de datos proporcionados por el departamento de Generación Hidráulica de la UTE. La misma fue construída mediante datos de diferentes informes realizados por la sección limnología de la Facultad de Ciencias para este organismo. La base de datos analizada corresponde al período Noviembre de 2000 a Diciembre de 2010 excepto en el capítulo XX que se extiende hasta marzo de 2010. Las observaciones corresponden a muestreos realizados en días corridos en los 3 embalses en una estación ubicada en el cauce principal aproximadamente a 2 Km de la presa, excepto por los datos de setiembre 2008 a marzo 2009 que fueron obtenidos en una estación ubicada fuera del canal principal. En los 10 años que abarca la base de datos hay un total 28 muestreos variando el número de observaciones según la variable estudiada. De estos muestreos 20 corresponden a muestreos de verano (diciembre-marzo) y 8 a otras épocas del año. El número máximo de meses consecutivos corresponde a 4 muestreos realizados en el verano de 2009, seguido de 3 meses consecutivos realizados en los veranos de 2004-2005, 2006 y 2007. El resto de los muestreos correspondieron a un par de meses seguidos (2) y meses aislados (11) en los diferentes años del período estudiado.

## RESULTADOS

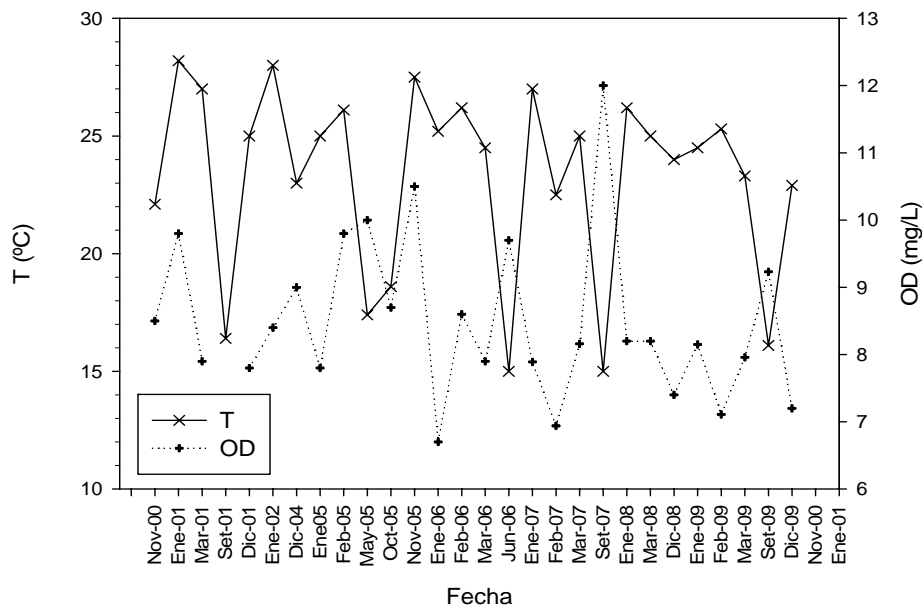
### 1- Variables Físicoquímicas

#### *Represa Rincón del Bonete*

La temperatura, con una media de 23,3 °C, varió estacionalmente presentando los mínimos en invierno y primavera, y los máximos en verano. El valor máximo se registró en ene-01 y fue de 28,2 °C presentando un valor similar en ene-02 y nov-05 (28 y 27,5 °C respectivamente). Los valores mínimos de temperatura fueron registrados en jun-06 y set-07 (15,0 °C) y en setiembre del 01 y 09 (16,4 y 16,2 respectivamente) (tabla 1.1, figura 1.1). El oxígeno disuelto (OD) se comportó de manera inversa, disminuyendo su concentración acorde aumenta la temperatura. Presentó una media de 8,5 mg/L y las mayores concentraciones se dieron en invierno y primavera, alcanzando su máximo de 12 mg/L en set-07; y las menores concentraciones se produjeron en verano con un mínimo de 6,7 mg/L en ene-06 (tabla 1.1, figura 1.1).

**Tabla 1.1.** Descripción de las variables físico-químicas medidas en el embalse de Rincón del Bonete en el período comprendido entre nov-00 y dic-09. Disco de Secchi (DS), coeficiente de extinción de la luz (Kd), temperatura (T), oxígeno disuelto (OD), alcalinidad (Alcal), dureza (Dur), sólidos suspendidos totales (SST), amonio (NH<sub>4</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>), nitrógeno total (NT), fósforo reactivo soluble (PRS), fósforo total (PT), clorofila *a* (clo *a*) y tiempo de residencia (TR).

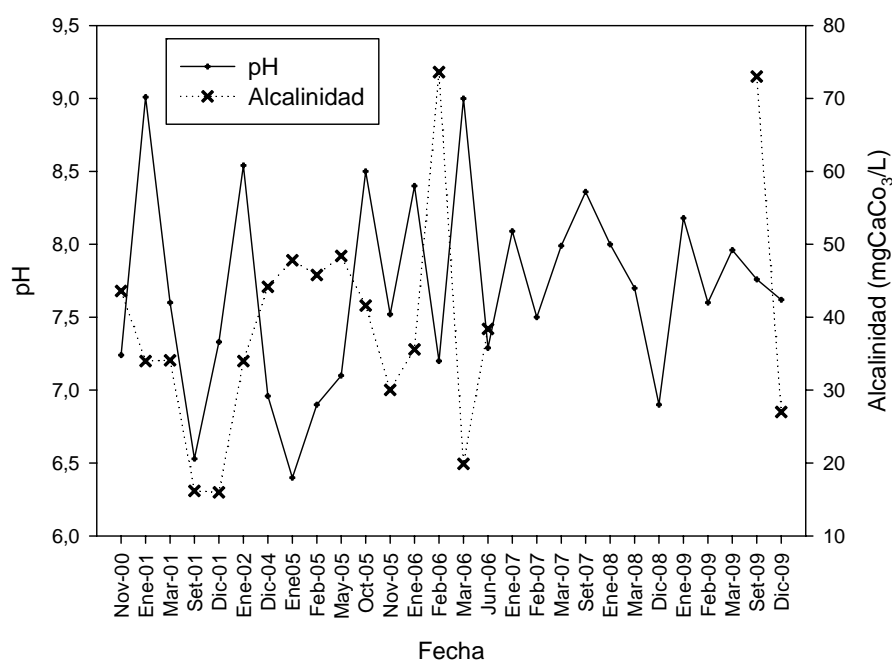
Variable	n	Media	Mínimo	Máximo	DS	Coef.Var.
DS (m)	26	0,76	0,40	1,70	0,32	42,31
Kd (m <sup>-1</sup> )	14	3,11	2,34	4,10	0,47	15,28
T (°C)	28	23,29	15,00	28,20	4,01	17,23
OD (mg/L)	27	8,50	6,70	12,00	1,20	14,12
pH	28	7,69	6,40	9,01	0,68	8,82
Conductividad (µS/cm)	28	95,71	64,70	162,30	21,08	22,03
Alcal. (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	18	39,07	16,00	73,60	15,98	40,91
Dur. (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	18	31,05	16,60	63,02	11,55	37,20
SST (g/L)	20	14,62	0,40	39,30	13,64	93,27
NH <sub>4</sub> (µg/L)	28	14,29	0,00	100,90	27,11	189,76
NO <sub>3</sub> (µg/L)	28	126,75	0,00	311,00	88,66	69,95
NT (µg/L)	28	641,46	144,12	1281,30	293,41	45,74
NT/PT	28	13,89	2,85	82,80	15,55	111,97
NO <sub>3</sub> /PO <sub>4</sub>	21	4,71	0,91	16,63	3,56	75,43
PRS (µg/L)	28	32,05	0,00	95,87	29,16	90,99
PT (µg/L)	28	66,92	8,30	159,01	35,39	52,88
Clo. <i>a</i> (µg/L)	22	6,52	0,00	30,10	7,45	114,30
Cota (m)	28	78,04	75,00	82,00	2,07	2,65
TR (días)	28	610,86	39,00	1805,00	437,65	71,65



**Figura 1.1.** Variación de la temperatura (T) y del oxígeno disuelto (OD) en el embalse de Rincón del Bonete en el período comprendido entre nov-00 y dic-09

El pH si bien presentó una media cercana a lo neutro (7,69) fue variable y no presentó estacionalidad. En verano se registraron los valores más básicos, produciéndose el máximo en ene-01 (9,01). Sin embargo, también en verano, se alcanzaron los valores más ácidos (6,4) en ene-05 (tabla 1.1, figura 1.2).

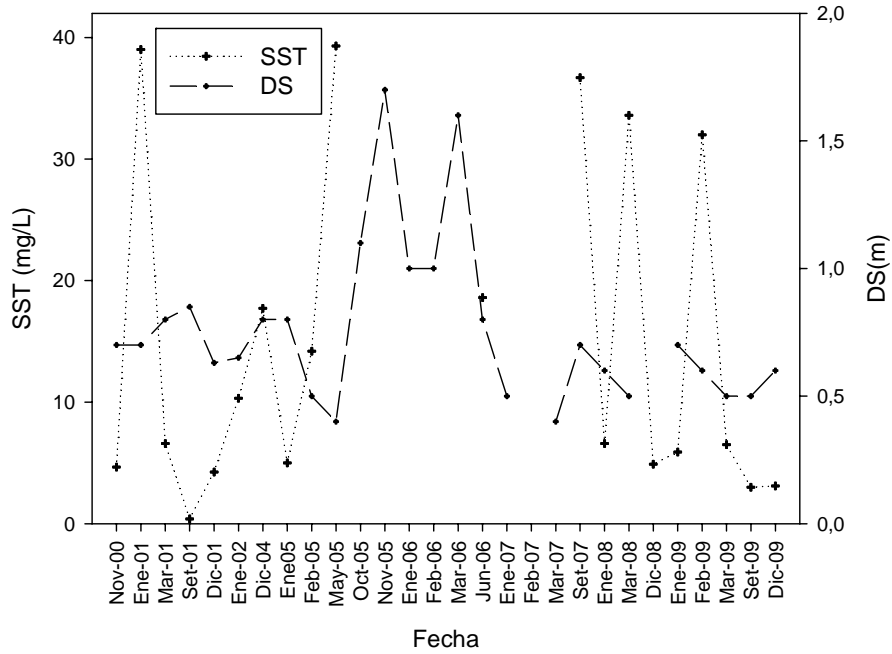
La alcalinidad también fue variable y no presentó un patrón estacional. La media fue de 39,1 mgCaCO<sub>3</sub>/L. Los máximos se produjeron en feb-06 y set-09 (73,6 y 73,0 mgCaCO<sub>3</sub>/L respectivamente). Los mínimos se presentaron en el año 2001 en los meses de setiembre y diciembre (16,2 y 16 mgCaCO<sub>3</sub>/L respectivamente) (tabla 1.1, figura 1.2).



**Figura 1.2.** Variación del pH y de la alcalinidad en el embalse de Rincón del Bonete en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

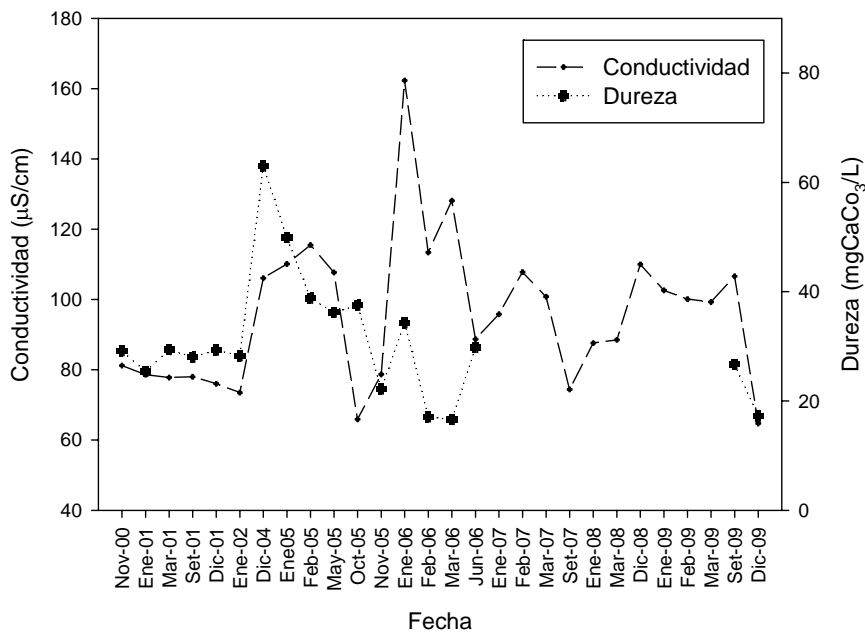
La concentración media de sólidos suspendidos totales (SST) fue de 14,6 g/L. En general, los SST fueron muy variables y no presentaron un patrón estacional. El máximo alcanzado se produjo en may-05 (39,3mg/L) y en ene-01 se midió un valor similar (39,0 mg/L). El valor mínimo se produjo en set-01 y fue de 0,4 mg/L (tabla 1.1, figura 1.3).

El disco de Secchi (DS) presentó una media de 0,76 m y en general los valores no se apartan mucho de ella a excepción del período comprendido entre oct-05 y mar-06 donde la profundidad del DS aumenta considerablemente presentando dos picos, uno en nov-05 y otro en mar-06 (1,7 y 1,6 m respectivamente). El valor mínimo de DS ocurrió en may-05 y fue de 0,4 m. Debe destacarse, que los valores de DS y de SST poseen una tendencia opuesta. Al aumentar los SST disminuye la profundidad del DS, obsérvese que al producirse el máximo de SST se produce el mínimo de DS en may-05 (tabla 1.1, figura 1.3).



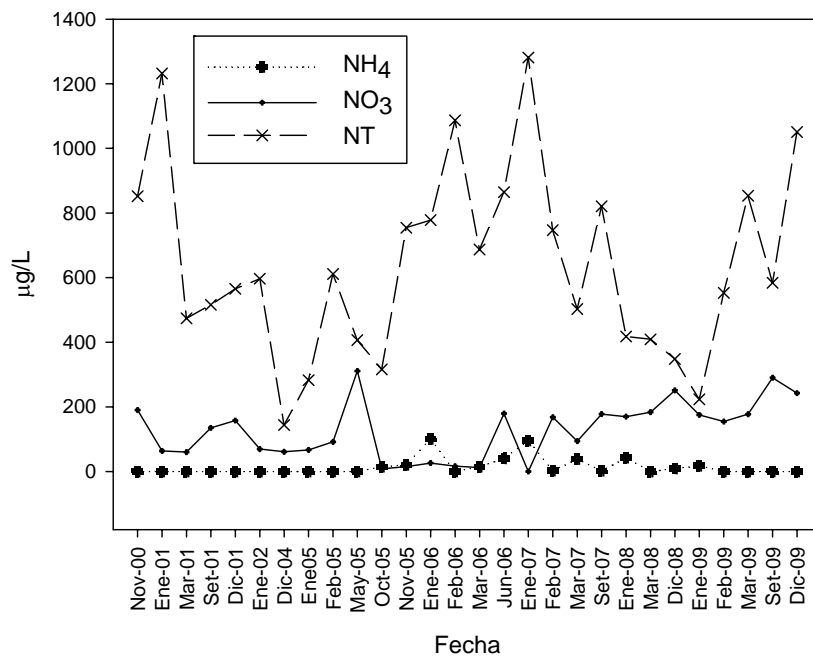
**Figura 1.3.** Variación de los sólidos suspendidos totales (SST) y del disco de Secchi (DS) en el embalse de Rincón del Bonete en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

La conductividad promedio fue de 95,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El máximo registrado se produjo en ene-06 (162,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y el mínimo en dic-09 (64,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (tabla 1.1, figura 1.4). El promedio de la dureza fue de 31,1  $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ . En general los registros se mantienen dentro de cierto rango, exceptuando por el pico máximo que se produce en dic-04 (63,0  $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ ). El mínimo, 16,6  $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ , se encuentra dentro del rango mencionado y se produjo en mar-06 (tabla 1.1, figura 1.4).



**Figura 1.4.** Variación de la conductividad y la dureza en el embalse de Rincón del Bonete en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

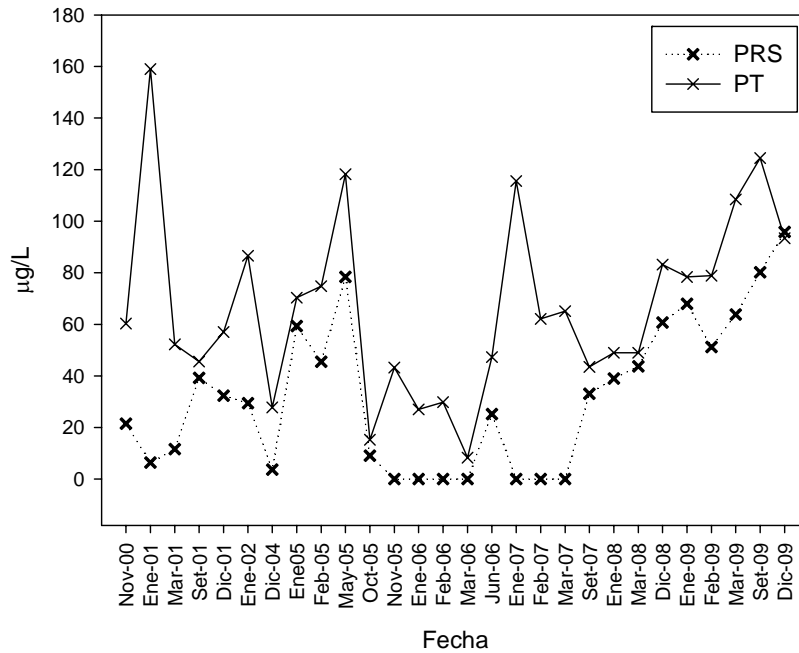
La concentración de nitrógeno total (NT) fue variable y los máximos se dieron en verano (enero y febrero). La media fue de 641,5  $\mu\text{g/L}$ , el máximo se produjo en ene-07 (1281,3  $\mu\text{g/L}$ ) y el mínimo en dic-04 (144,1  $\mu\text{g/L}$ ) (tabla 1.1, figura 1.5). En la mayor parte del los casos el nitrato fue la forma nitrogenada predominante y la concentración promedio fue de 126,75  $\mu\text{g/L}$ . Los cuatro valores más altos se produjeron en mayo, diciembre y setiembre. El máximo registrado (311,0  $\mu\text{g/L}$ ) fue en may-05. El mínimo se produjo en verano (ene-07) y fue inferior al límite de detección del método (tabla 1.1, figura 1.5). El promedio de concentración de amonio fue de 14,3  $\mu\text{g/L}$ . Se produjeron dos picos máximos de concentración, ambos en verano: ene-06 y ene-07 (100,9 y 95,8  $\mu\text{g/L}$  respectivamente). El valor mínimo fue menor al límite de detección y se presenta en el período de nov-00 a may-05, feb-06, mar-08 y período entre feb-09 a dic-09 (tabla 1.1, figura 1.5).



**Figura 1.5.** Variación de la concentración de amonio (NH<sub>4</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>) y nitrógeno total (NT) en el embalse de Rincón del Bonete en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

El fósforo total (PT) siguió un patrón que acompaña al del fósforo reactivo soluble (PRS), lo que sugiere que la mayor parte del fósforo se halla bajo esta forma. La media del primero fue de 66,9  $\mu\text{g/L}$  y la del segundo de 32,1  $\mu\text{g/L}$ . El máximo de PT se produjo en ene-01, siendo la concentración de PT (159,0  $\mu\text{g/L}$ ); el del PRS se registró en dic-09 (95,9  $\mu\text{g/L}$ ). La concentración mínima de PT se registra en mar-06 (8,3  $\mu\text{g/L}$ )

y la del PRS en los muestreos comprendidos entre nov-05 y mar-06 y ene-07 y mar-07 y se encontró por debajo del límite de detección del método (tabla 1.1, figura 1.6).

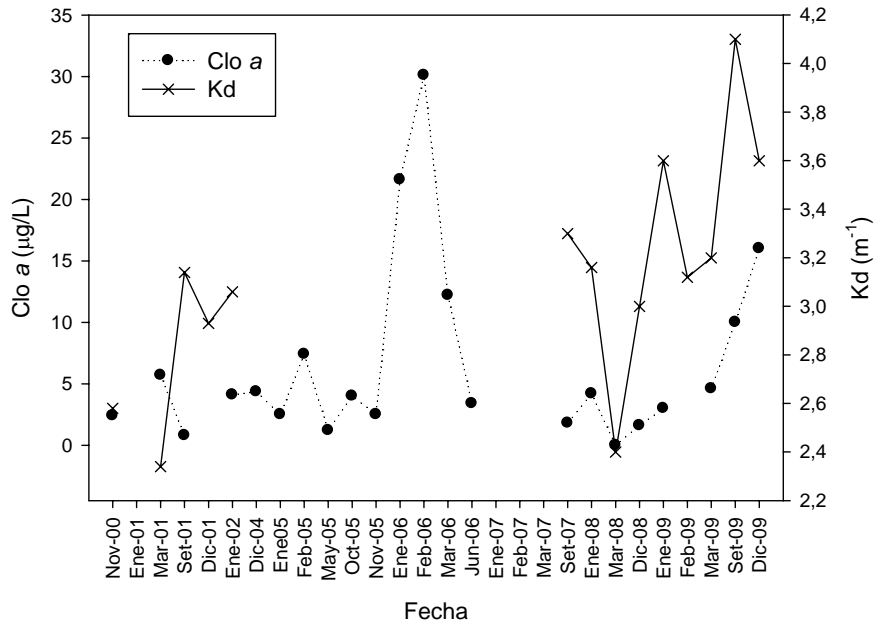


**Figura 1.6.** Variación de la concentración de fósforo reactivo soluble (PRS) y fósforo total (PT) en el embalse de Rincón del Bonete en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

La media de clorofila *a* (*clo a*) para el período de estudio fue de 6,5 µg/L. La mayor concentración se produce en feb-06 (30,0 µg/L) y los cinco valores mas altos siempre se registraron entre diciembre y marzo. La concentración de *clo a* más baja fue inferior al límite de detección y se produjo en mar-08; en set-01 se obtuvo un valor similar (tabla 1.1, figura 1.7).

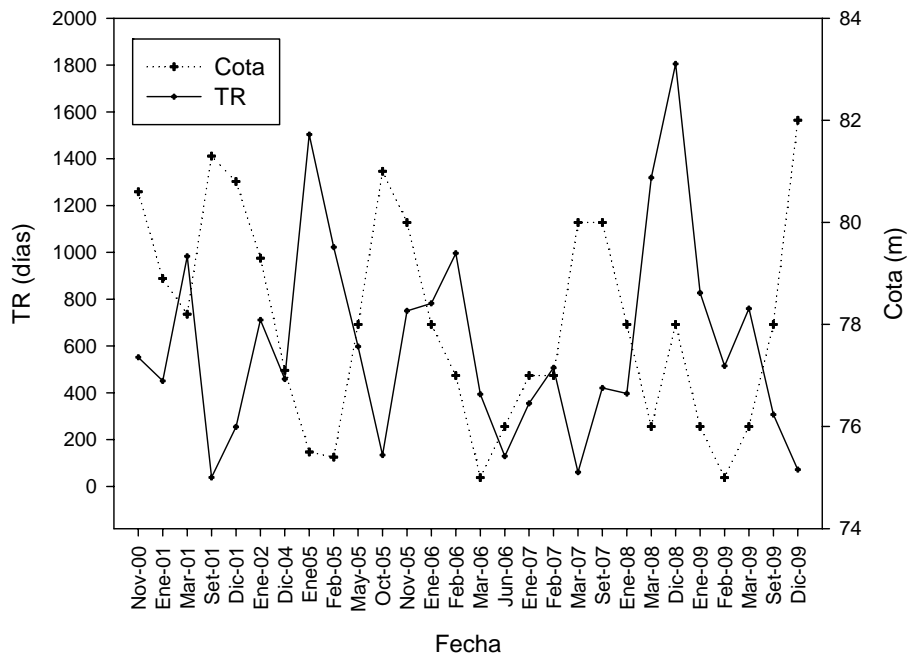
El coeficiente de extinción de la luz (*Kd*) es la variable de la que se tienen menos datos (14, de 28 muestreos) existiendo un gran vacío de información entre ene-02 y set-07. La media de los 14 registros fue de 3,11 m<sup>-1</sup>. El máximo registrado fue en set-09 (4,1 m<sup>-1</sup>) y el mínimo en mar-01 (2,3 m<sup>-1</sup>) (tabla 1.1, figura 1.7).





**Figura 1.7.** Variación de la concentración de clorofila *a* (clo *a*) y del coeficiente de extinción de la luz (Kd) en el embalse de Rincón del Bonete en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

El tiempo de residencia (TR) para este embalse fue muy variable siendo el máximo 1805 días (dic-08) y el mínimo 39 días (set-01). En promedio de TR fue de 610 días. Por el contrario, la cota no varió. En promedio, el embalse se mantuvo en los 78,0 m y presentó un máximo de 82,0 m (dic-09) y un mínimo de 75,0 m (mar-06 y feb-09) y valores similares en enero y febrero del 2005 (tabla 1.1, figura 1.8).



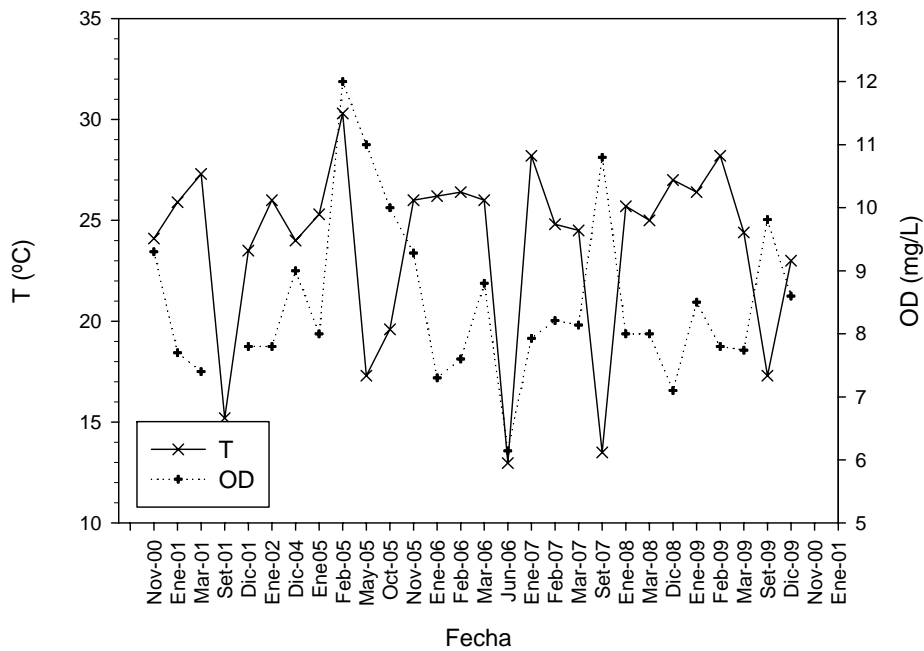
**Figura 1.8.** Variación del tiempo de residencia (TR) y de la cota en el embalse de Rincón del Bonete en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

## Represa Baygorria

**Tabla 1.2.** Descripción de las variables fisico-químicas medidas en el embalse de Baygorria en el período comprendido entre nov-00 y dic-09. Disco de Secchi (DS), coeficiente de extinción de la luz (Kd), temperatura (T), oxígeno disuelto (OD), alcalinidad (Alcal), dureza (Dur), sólidos suspendidos totales (SST), amonio (NH<sub>4</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>), nitrógeno total (NT), fósforo reactivo soluble (PRS), fósforo total (PT), clorofila *a* (clo *a*) y tiempo de residencia (TR).

Variable	n	Media	Mínimo	Máximo	DS	Coef.Var.
DS (m)	26	0,93	0,40	1,60	0,36	38,95
Kd (m <sup>-1</sup> )	14	3,21	2,64	3,80	0,34	10,63
T (°C)	28	23,72	12,97	30,30	4,52	19,05
OD (mg/L)	27	8,51	6,14	12,00	1,31	15,34
pH	28	7,56	6,20	8,90	0,53	6,96
Conductividad (μS/cm)	28	98,67	68,00	135,20	18,62	18,87
Alcal. (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	18	42,95	16,00	92,40	19,65	45,75
Dur. (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	18	32,74	17,70	69,31	11,76	35,92
SST (g/L)	19	22,10	1,00	141,10	35,86	162,24
NH <sub>4</sub> (μg/L)	15	19,16	0,00	66,74	22,51	117,50
NO <sub>3</sub> (μg/L)	28	128,68	0,00	390,80	109,07	84,76
NT (μg/L)	28	544,06	38,90	1102,00	261,68	48,10
NT/PT	28	15,27	0,48	100,80	19,65	128,67
NO <sub>3</sub> /PO <sub>4</sub>	24	4,01	0,00	8,64	2,12	52,78
PRS (μg/L)	28	32,58	0,00	88,40	27,71	85,06
PT (μg/L)	28	57,26	6,40	130,20	28,30	49,43
Clo. <i>a</i> (μg/L)	19	5,09	0,00	18,30	6,02	118,23
Cota (m)	28	54,00	54,00	54,00	0,00	0,00
TR (días)	28	155,70	1,50	1000,00	276,81	177,79

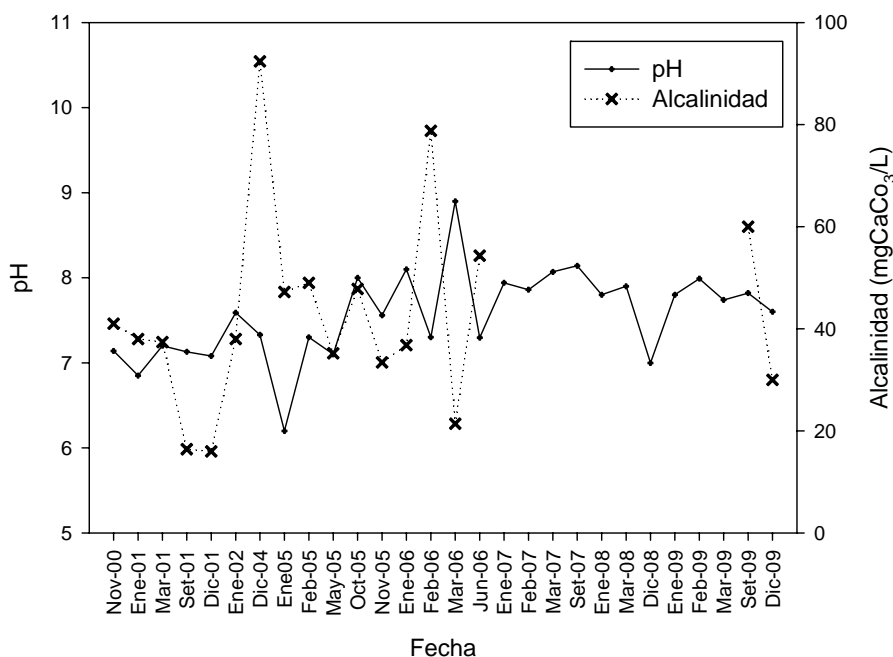
La temperatura, tiene un comportamiento similar a la de Bonete. Con una media de 23,7 °C, también varió estacionalmente presentando los mínimos en invierno y primavera, y los máximos en verano. El valor máximo se registró en feb-05 y fue de 30,3 °C. Los valores mínimos de temperatura, al igual que en Bonete, fueron registrados en jun-06 y set-07 siendo los de Baygorria menores (12,9 y 13,5 °C respectivamente) (tabla 1.2, figura 1.9). El OD presentó nuevamente un patrón opuesto, excepto por algún valor alto en verano relacionado con la alta productividad fitoplanctónica. La media fue de 8,5 mg/L igual a la de Bonete. El máximo se alcanzó en verano, en feb-05, y fue de 12 mg/L. La menor concentración se produjo en jun-06 con 6,1 mg/L.



**Figura 1.9.** Variación de la temperatura (T) y del oxígeno disuelto (OD) en el embalse de Baygorria en el período comprendido entre nov-00 y dic-09

El pH medio fue similar al de Bonete (7,56) y también presentó un patrón variable y sin estacionalidad. El valor más básico se produjo en mar-06 y fue de 8,9 y el más ácido, coincidiendo con Bonete, fue de 6,2 en ene-05.

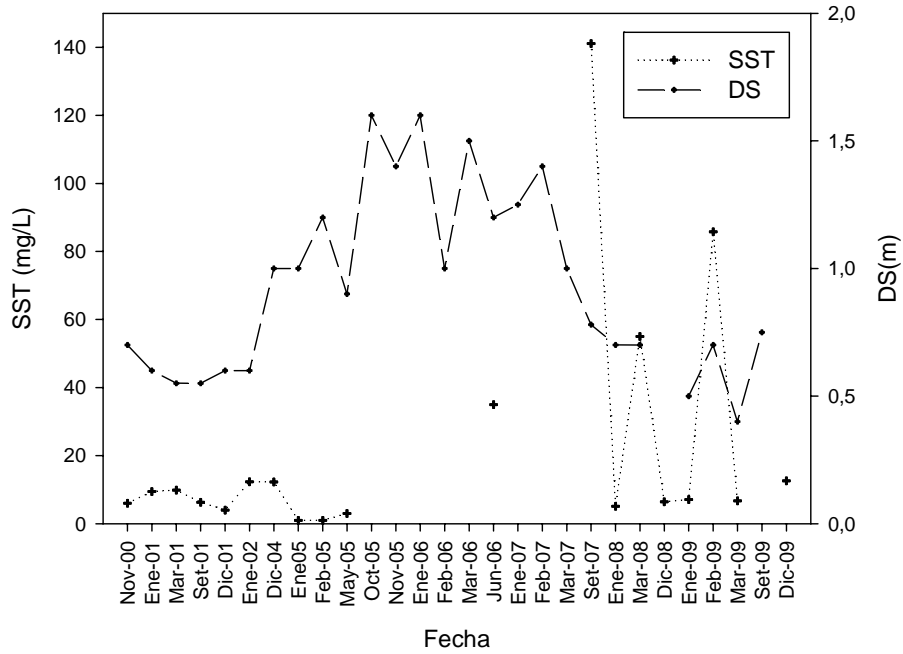
La alcalinidad también fue variable y no presentó un patrón estacional comportándose de manera similar a Bonete aunque en general los valores fueron superiores. La media fue de 42,7 mgCaCO<sub>3</sub>/L. Los máximos se produjeron en dic-04 y feb-06 (92,4 y 78,8 mgCaCO<sub>3</sub>/L respectivamente). Los mínimos se presentaron en el año 2001 en los meses de setiembre y diciembre (16,4 y 16 mgCaCO<sub>3</sub>/L respectivamente) al igual que en Bonete (tabla 1.2, figura 1.10).



**Figura 1.10.** Variación del pH y de la alcalinidad en el embalse de Baygorria en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

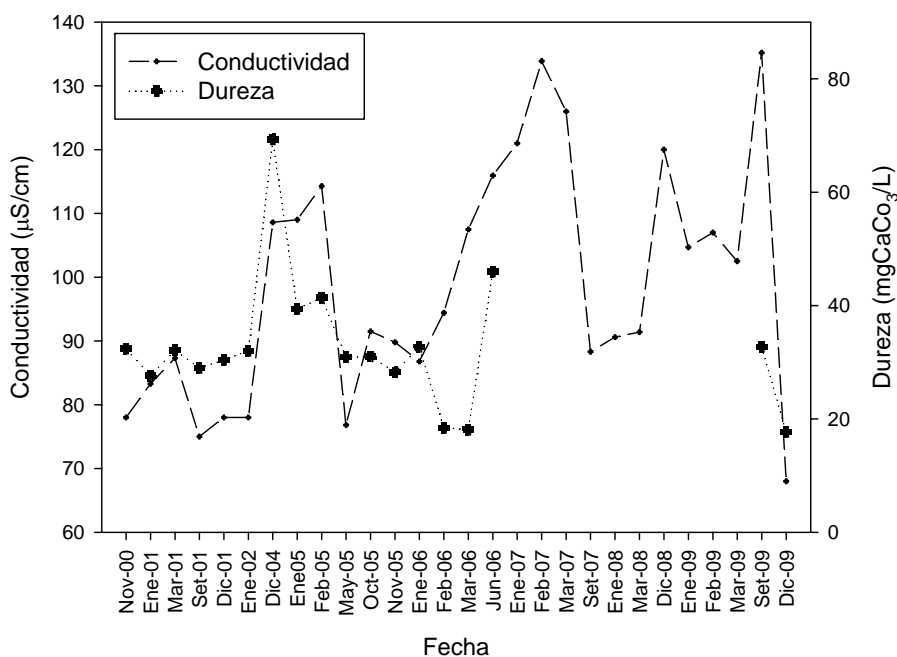
La concentración media de SST fue de 22,1 g/L y mayor a Bonete. El máximo se produjo en set-07 y fue de 141,1 g/L; 11 veces mayor al máximo medido en Bonete. Los valores mínimos se midieron en enero y febrero del 2005 siendo de 1 g/L (tabla 1.2 figura 1.11).

El DS presentó una media mayor a la de Bonete de 0,93 m. El valor máximo de 1,6 m se registró en oct-05 y en ene-06 dentro del período donde se dan los máximos en Bonete. El valor mínimo de DS ocurrió en mar-09 y fue de 0,4 m (tabla 1.2 figura 1.11).



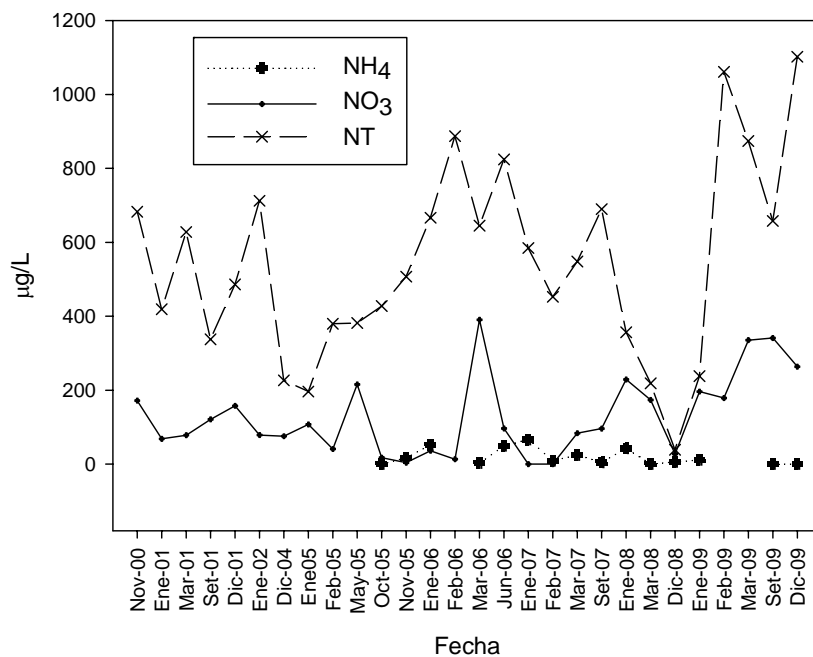
**Figura 1.11.** Variación de los sólidos suspendidos totales (SST) y del disco de Secchi (DS) en el embalse de Baygorria en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

La conductividad promedio fue de  $98,7 \mu\text{S}/\text{cm}$  similar a la de Bonete. El máximo registrado se produjo en set-09 ( $135,2 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) seguido del registro de feb-07 ( $133,9 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). El mínimo de  $68,0 \mu\text{S}/\text{cm}$  se obtuvo el mismo muestreo que en Bonete (dic-09) y con un valor similar (tabla 1.2, figura 1.12). La dureza tiene un patrón y valores muy similares a Bonete. El promedio fue de  $32,7 \text{mgCaCO}_3/\text{L}$ . Como en Bonete, los registros se mantienen dentro de cierto rango, exceptuando por un pico máximo que se produce en dic-04 ( $69,3 \text{mgCaCO}_3/\text{L}$ ). El mínimo,  $17,7 \text{mgCaCO}_3/\text{L}$ , se registra en dic-09 (tabla 1.2, figura 1.12).



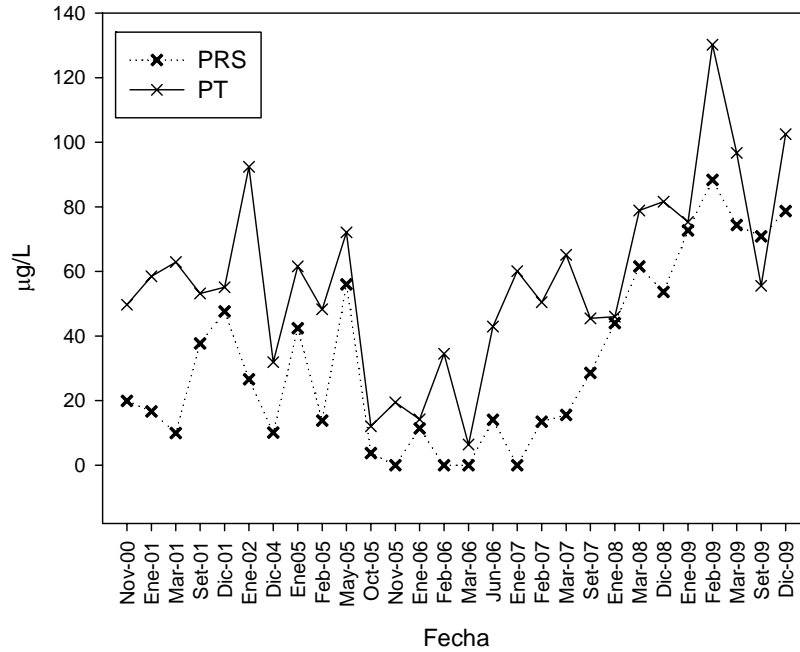
**Figura 1.12.** Variación de la conductividad y la dureza en el embalse de Baygorria en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

La media de NT fue de 544,1 µg/L, el máximo se produjo en dic-09 (1102,0 µg/L) seguido por el valor registrado en febrero de ese año de 1061,0 µg/L. El mínimo se registró en dic-08 y fue de 38,9 µg/L (tabla 1.2, figura 1.13). Al igual que en Bonete, en la mayor parte del los casos el nitrato fue la forma nitrogenada predominante y la concentración promedio fue de 128,7 µg/L. El máximo registrado (390,8 µg/L) fue en mar-06. El mínimo se registró en el verano del 2007 (enero y febrero) y fue menor al límite de detección (tabla 1.2, figura 1.13). El promedio de concentración de amonio fue de 19,1 µg/L. El valor máximo (66,7 µg/L) se dió en ene-07 y coincide con uno de los máximos registrados en Bonete. El valor mínimo fue menor al límite de detección y se registró en mar-08 y setiembre y diciembre del 2009 (tabla 1.2, figura 1.13).



**Figura 1.13.** Variación de la concentración de amonio (NH<sub>4</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>) y nitrógeno total (NT) en el embalse de Baygorria en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

Similar a lo que ocurre en Bonete, el PT sigue un patrón que acompaña al del PRS. La media del primero fue de 57,3 µg/L y la del segundo de 32,6 µg/L,. El máximo de ambos se produce en feb-09, siendo el de PT=130,2 µg/L y la del PRS=88,4µg/L. La concentración mínima de PT se registra en mar-06 (8,3 µg/L) y la del PRS en mar-08 y fue menor al límite de detección del método. Tanto las media como los mínimos y los máximos de ambas variables fueron menores a los registrados en Bonete (tabla 1.2, figura 1.14).

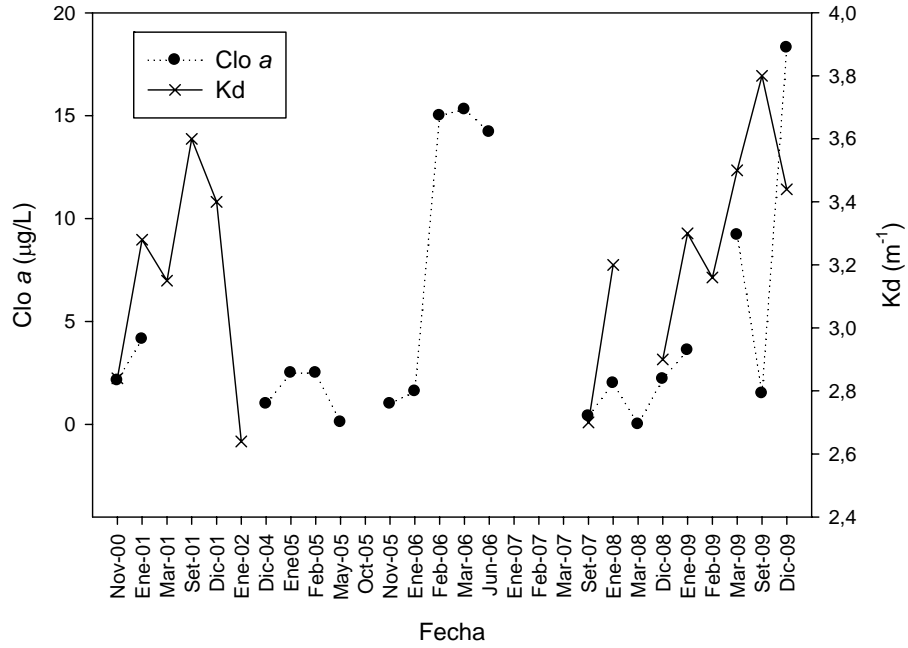


**Figura 1.14.** Variación de la concentración de fósforo reactivo soluble (PRS) y fósforo total (PT) en el embalse de Baygorria en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

La media de clo *a* para el período estudiado fue de 5,1 µg/L. La mayor concentración se produce en dic-09 (18,3 µg/L) y la más baja se encuentra por debajo del límite de detección, en mar-08 al igual que en Bonete y en may-05 se midió un valor similar (0,1 µg/L) (tabla 1.2, figura 1.15).

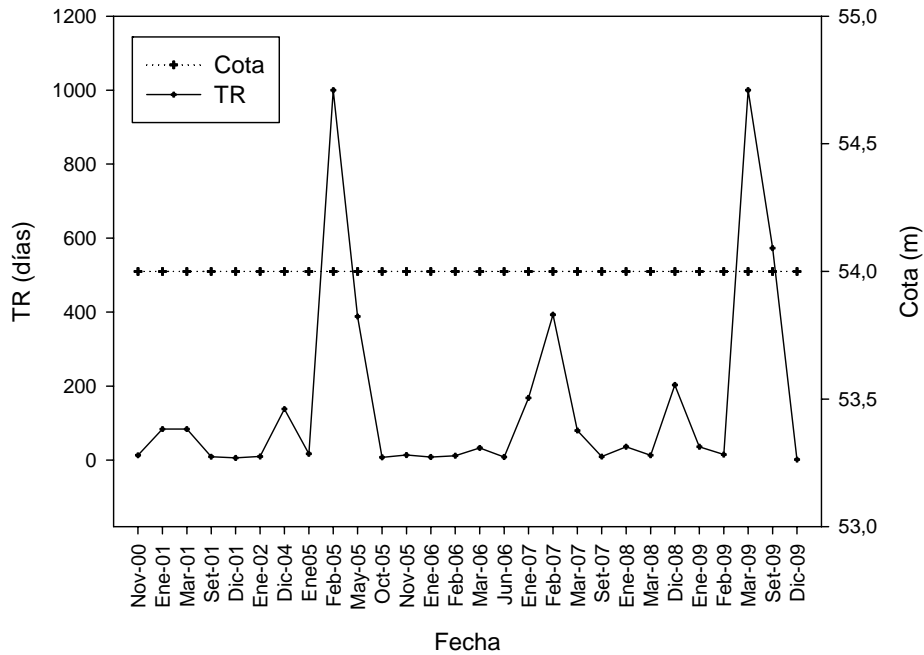
Al igual que en Bonete, se poseen pocos registros de Kd con vacío de información entre ene-02 y set-07. La media fue de 3,21 m<sup>-1</sup>. El máximo registrado fue en set-09 (3,8 m<sup>-1</sup>), coincidiendo con Bonete, y el mínimo en ene-02 (2,64 m<sup>-1</sup>) (tabla 1.2, figura 1.15).





**Figura 1.15.** Variación de la concentración de clorofila *a* (clo *a*) y del coeficiente de extinción de la luz (Kd) en el embalse de Baygorria en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

El TR de Baygorria es menor al de Bonete, pero al igual que en éste es variable. La media fue de 156 días, el máximo 1000 días (feb-05 y mar-09) y el mínimo 2 días (dic-09). La cota no varió y el valor se mantiene en los 54 m (tabla 1.2, figura 1.16).



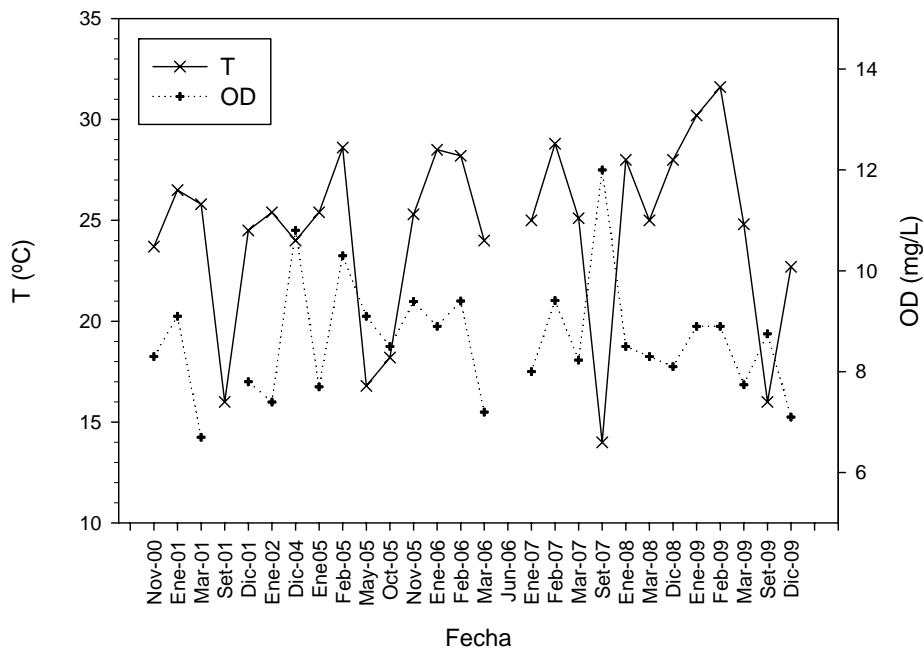
**Figura 1.16.** Variación del tiempo de residencia (TR) y de la cota en el embalse de Baygorria en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

## Represa Palmar

**Tabla 1.3.** Descripción de las variables físico-químicas medidas en el embalse de Baygorria en el período comprendido entre nov-00 y dic-09. Disco de Secchi (DS), coeficiente de extinción de la luz (Kd), temperatura (T), oxígeno disuelto (OD), alcalinidad (Alcal), dureza (Dur), sólidos suspendidos totales (SST), amonio (NH<sub>4</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>), nitrógeno total (NT), fósforo reactivo soluble (PRS), fósforo total (PT), clorofila *a* (clo *a*) y tiempo de residencia (TR).

Variable	n	Media	Mínimo	Máximo	DS	Coef.Var.
DS (m)	27	1,00	0,60	1,90	0,38	38,19
Kd (m <sup>-1</sup> )	13	2,67	1,16	3,40	0,63	23,79
T (°C)	27	24,45	14,00	31,60	4,55	18,63
OD (mg/L)	26	8,64	6,70	12,00	1,17	13,58
pH	26	7,68	6,50	8,52	0,48	6,23
Conductividad (μS/cm)	27	111,03	82,00	145,80	19,73	17,77
Alcal. (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	17	46,46	20,10	90,00	18,12	38,99
Dur. (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	17	37,27	19,20	104,57	18,82	50,49
SST (g/L)	19	27,51	2,00	210,00	56,85	206,68
NH <sub>4</sub> (μg/L)	16	24,62	0,00	174,40	43,72	177,57
NO <sub>3</sub> (μg/L)	28	139,06	7,80	395,81	91,56	65,84
NT (μg/L)	28	586,89	167,00	1353,00	277,35	47,26
NT/PT	28	10,62	1,70	36,77	9,58	90,20
NO <sub>3</sub> /PO <sub>4</sub>	25	3,20	0,45	8,58	1,67	52,18
PRS (μg/L)	28	44,46	0,00	109,94	28,36	63,77
PT (μg/L)	28	80,51	15,50	237,78	48,19	59,86
Clo. <i>a</i> (μg/L)	18	5,05	0,00	12,10	3,41	67,46
Cota (m)	28	38,54	37,00	41,00	1,14	2,95
TR (días)	28	141,54	23,00	1000,00	206,22	145,71

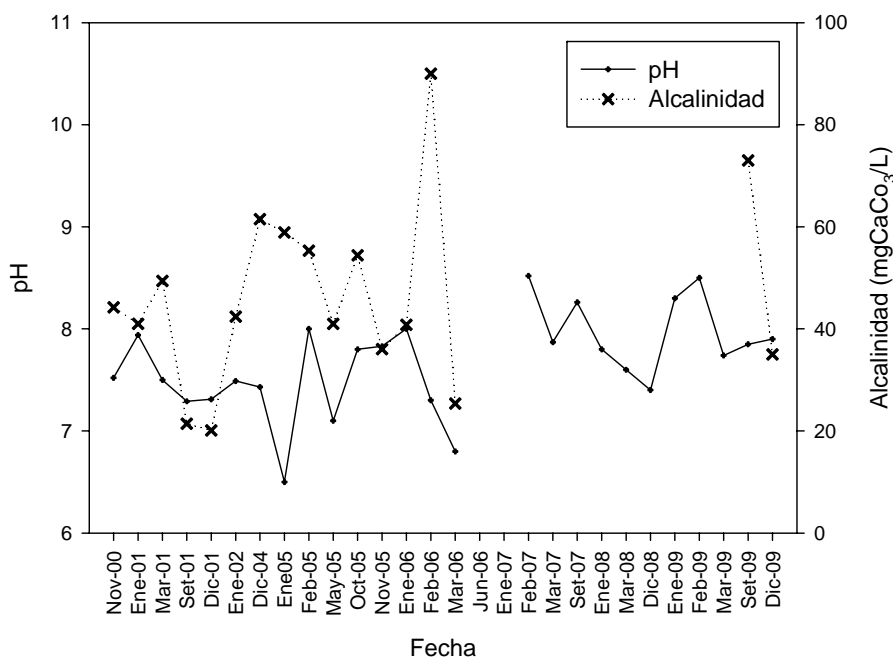
La temperatura de Palmar fue similar a los otros embalses con una media de 24,5 °C. El valor máximo se registró en feb-09 y fue de 31,6 °C. El valor mínimo, coincidió con los otros dos embalses y fue en set-07. El OD presentó, nuevamente, el patrón opuesto a la temperatura. La concentración de OD fue similar a la Bonete y Baygorria. La media fue de 8,6 mg/L, el máximo de 12 mg/L (set-07) y el mínimo de 6,7 mg/L (mar-01) (tabla 1.3, figura 1.17).



**Figura 1.17.** Variación de la temperatura (T) y del oxígeno disuelto (OD) en el embalse de Palmar en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

El pH medido fue similar al de los otros embalses La media fue de 7,68. El valor más básico se produjo en feb-07 y fue de 8,52 y el más ácido, coincidiendo con los otros embalses, fue de 6,5 en ene-05 (tabla 1.3, figura 1.18).

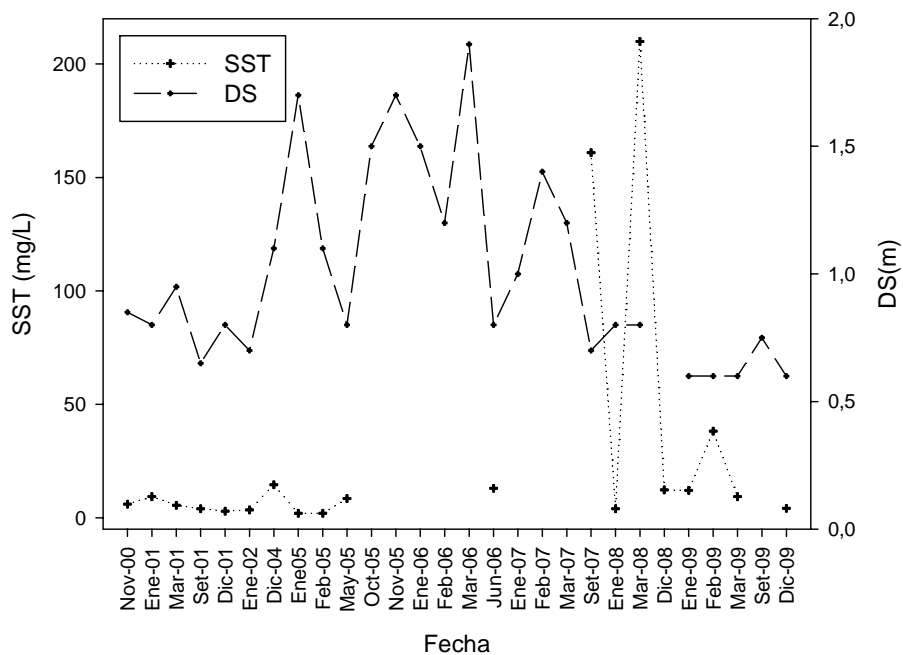
Los valores de alcalinidad de Palmar, fueron superiores a los de Bonete y Baygorria. La media fue de 46,6 mgCaCO<sub>3</sub>/L. El máximo se registró en feb-06 y fue de 90 mgCaCO<sub>3</sub>/L. Los mínimos se presentaron en el año 2001 en los meses de setiembre y diciembre (21,4 y 20,1 mgCaCO<sub>3</sub>/L respectivamente) al igual que en los otros dos embalses (tabla 1.3, figura 1.18).



**Figura 1.18.** Variación del pH y de la alcalinidad en el embalse de Palmar en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

La concentración media de SST fue de 27,5 g/L, mayor a Bonete y Bayagorria. El máximo se produjo en mar-08 y fue de 210,0 g/L. Los valores mínimos se midieron en enero y febrero del 2005 siendo de 2 g/L coincidiendo con lo registrado en Bayagorria (tabla 1.3 figura 1.19).

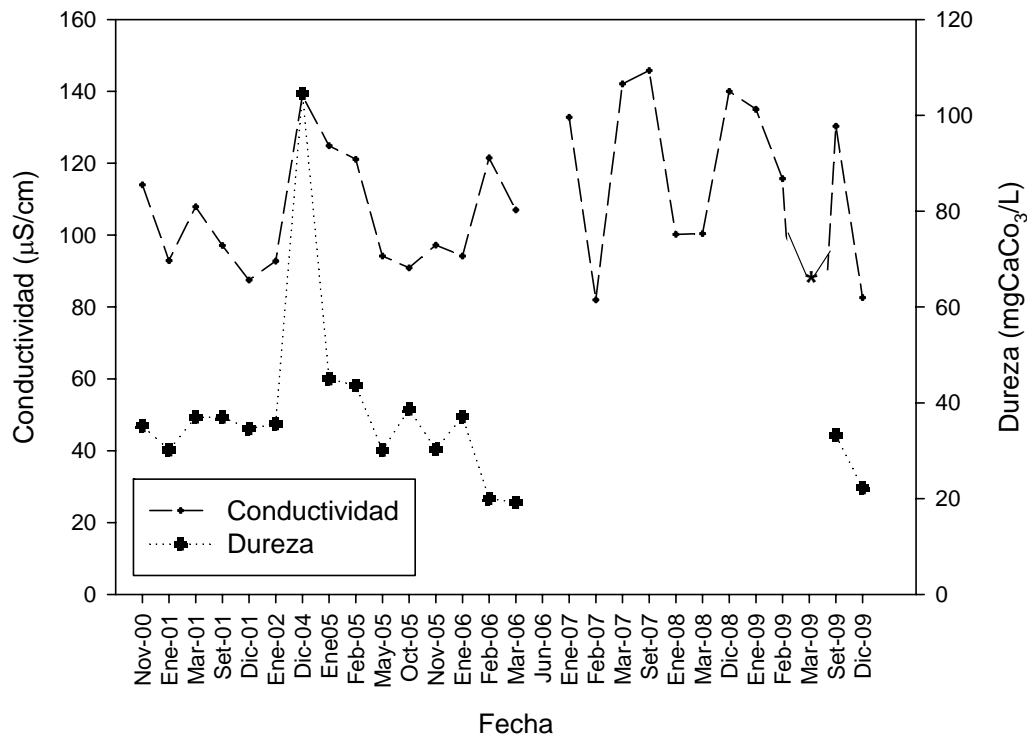
El DS presentó valores mayores a los otros embalses. La media fue de 1 m, el máximo de 1,9 m (mar-06) y el mínimo de 0,6 m se repite en enero, febrero, marzo y diciembre del 2006 (tabla 1.3 figura 1.19).



**Figura 1.19.** Variación de los sólidos suspendidos totales (SST) y del disco de Secchi (DS) en el embalse de Palmar en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

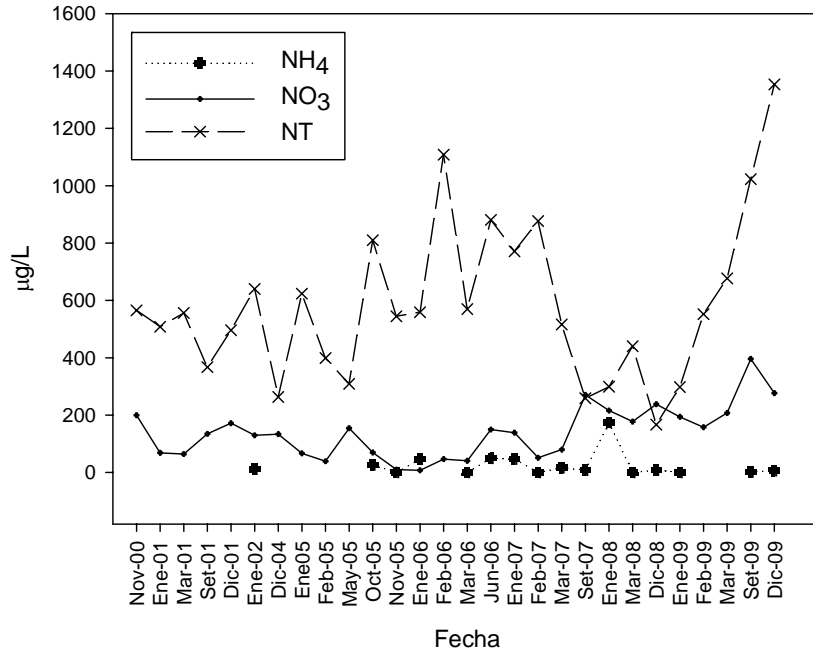
La conductividad promedio fue de 111,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  mayor a Bonete y Baygorria. El máximo registrado también es mayor y se produjo en set-07 (145,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). El mínimo de 82,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  se obtuvo en el mismo muestreo que en los otros embalses (dic-09) (tabla 1.3, figura 1.20).

La dureza en general fue mayor que en los otros embalses y en promedio fue de 37,3  $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ . Como en Bonete y Baygorria, los registros se mantienen dentro de cierto rango, exceptuando por un pico máximo que se produce en dic-04 (104,6  $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ ). El mínimo, 19,2  $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ , se registra en mar-06 al igual que en Baygorria (tabla 1.3, figura 1.20).



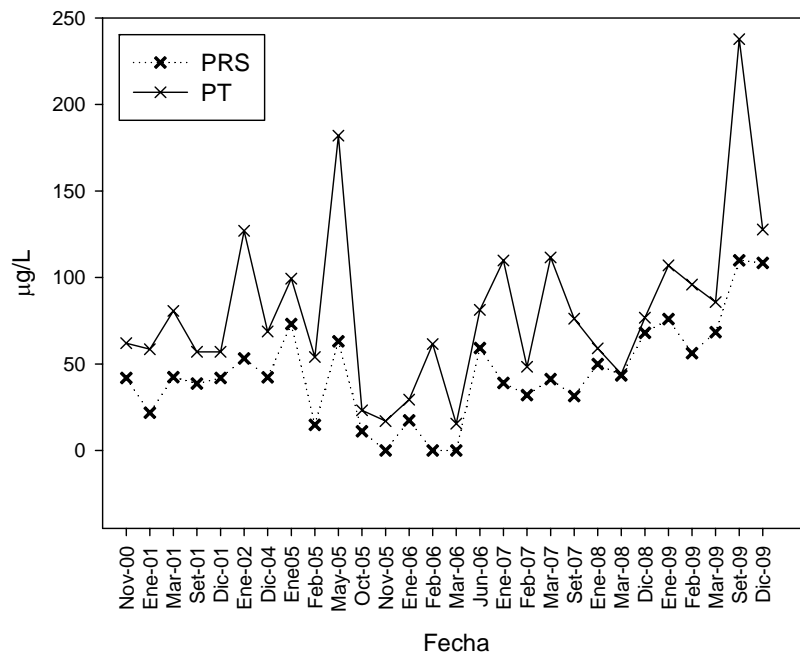
**Figura 1.20.** Variación de la conductividad y la dureza en el embalse de Palmar en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

La media de NT fue de 586,9 µg/L, el máximo se produjo en dic-09 (1353,0 µg/L) y el mínimo en dic-08 (167,0µg/L), en el mismo muestreo que en Baygorria. (tabla 1.3, figura 1.21). Como en los otros dos embalses, el nitrato fue la forma nitrogenada predominante y este embalse tiene mayor concentración que los otros. La concentración promedio fue de 139,1 µg/L. El máximo registrado (395,8 µg/L) fue en set-09. El mínimo se registró en ene-06 y fue de 7,8 µg/L (tabla 1.3, figura 1.21). La media de concentración de amonio fue de 24,6 µg/L. En los tres embalses, el pico de amonio se dio en enero, en este caso, el máximo se dió en ene-08 y fue de 174,4 µg/L. El valor mínimo fue inferior al límite de detección y se registró en nov-08, mar-06, feb-07, mar-08 y ene-09 (tabla 1.3, figura 1.21). En general la concentración de amonio en Palmar fue mayor a los otros embalses.



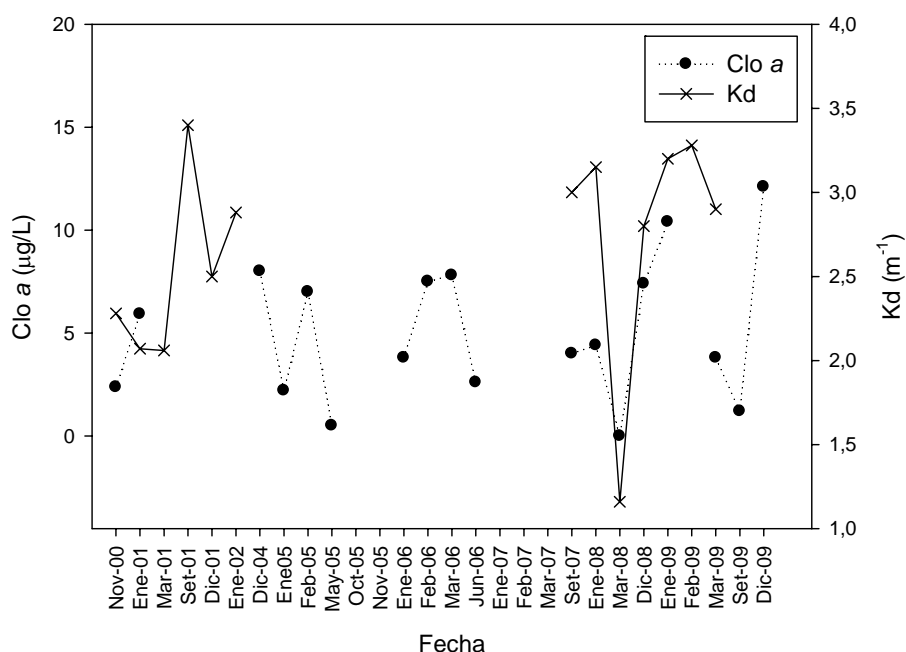
**Figura 1.21.** Variación de la concentración de amonio (NH<sub>4</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>) y nitrógeno total (NT) en el embalse de Palmar en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

Al igual que los otros embalses, el PT sigue un patrón que acompaña al del PRS. La media del PT es de 80,5 µg/L y la PRS de 44,5 µg/L,. El máximo de ambos se produce en simultáneo en set-09, siendo el del PT de 130,2 µg/L y el del PRS 109,9 µg/L. La concentración mínima de PT se registra en mar-06 (15,5 µg/L) coincidiendo en fecha con Baygorria (tabla 1.3, figura 1.22).



**Figura 1.22.** Variación de la concentración de fósforo reactivo soluble (PRS) y fósforo total (PT) en el embalse de Palmar en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

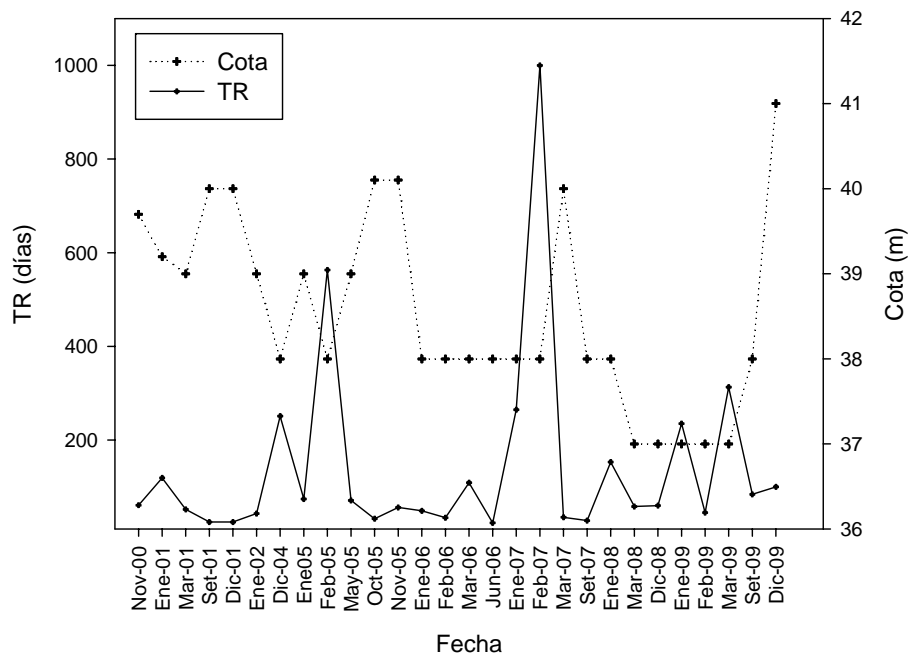
La media de *clo a* para Plamar fue de 5,1  $\mu\text{g/L}$  y es similar a la de Baygorria. La mayor concentración se produce en dic-09, al igual que Baygorria, aunque la concentración es menor (12,1  $\mu\text{g/L}$ ). El mínimo se registró en mar-08 y fue inferior al límite de detección, coincidiendo con los otros dos embalses (tabla 1.3, figura 1.23). El Kd presentó valores inferiores a los otros embalses. La media del Kd fue de 2,67  $\text{m}^{-1}$ . El máximo registrado fue en set-01 (3,4  $\text{m}^{-1}$ ) y el mínimo en mar-08 (1,2  $\text{m}^{-1}$ ) (tabla 1.3, figura 1.23).



**Figura 1.23.** Variación de la concentración de clorofila *a* (*clo a*) y del coeficiente de extinción de la luz (Kd) en el embalse de Palmar en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

El TR de Palmar al igual que los demás embalses es variable. La media fue de 141 días, el máximo 1000 días, en feb-07 y el mínimo 23 días, en jun-06. La cota fue variable siendo la media de 38,5 m; el máximo 41,0 m (dic-09) y el mínimo 37,0 m en el año comprendido entre mar-08 y mar-09 (tabla 1.3, figura 1.24).





**Figura 24.** Variación del tiempo de residencia (TR) y de la cota en el embalse de Palmar en el período comprendido entre nov-00 y dic-09.

## 2- FITOPLANCTON

### Embalse Rincón del Bonete

La comunidad fitoplanctónica en el embalse estuvo representada mayoritariamente por especies de las clases Cyanophyceae (cianobacterias), Chlorophyceae, Bacillariophyceae (diatomeas), Cryptophyceae y por fitoflagelados (organismos móviles, unicelulares, de muy pequeño tamaño y taxonomía indeterminada). Otros grupos con menor representación correspondieron a las clases Dinophyceae, Euglenophyceae y Crysophyceae las cuales por su baja abundancia fueron agrupados como “otros”. En general durante el periodo de estudio hubo una dominancia de cianobacterias las que alcanzaron el 81 %, seguidas por Cryptophyceae con el 7,2 % y diatomeas con el 6% de la abundancia total, (figura 2.1)

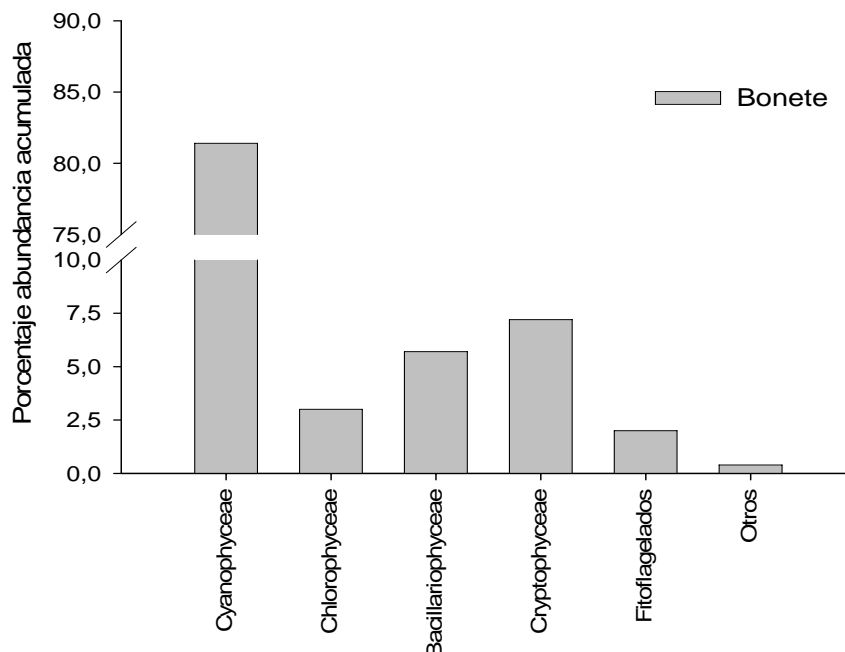


Figura 2.1. Porcentaje de abundancia acumulada de los principales grupos taxonómicos durante el período de estudio.

### Cianobacterias

En el embalse de Bonete durante el período de estudio se registraron 13 géneros de cianobacterias, con 29 taxones. Las especies más abundantes pertenecieron a los

géneros *Microcystis* y *Dolichospermum* (nueva denominación para especies planctónicas del género *Anabaena*).

Estos géneros presentan especies potencialmente tóxicas las cuales pueden ser productoras de toxinas perjudiciales para los seres humanos y animales como microcistina (hepatotoxina), anatoxina y saxitoxina (neurotoxinas).

Las especies potencialmente tóxicas halladas en los embalses se detallan en la tabla 2.1. La distribución de cianobacterias a lo largo del periodo de estudio no fue homogénea sino que se caracterizó por presentar picos de abundancia que coincidieron con el período de temperaturas altas. En general las cianobacterias predominaron en los meses cálidos entre diciembre a marzo, período éste en que pueden ocurrir floraciones, (figura 2.2).

La abundancia de cianobacterias varió desde la ausencia de células hasta valores  $8,9 \times 10^4$  cel.ml<sup>-1</sup>, (registrada en enero de 2002). La especie más abundante en ese período fue *Microcystis aeruginosa*, ( $8,0 \times 10^4$  cel.ml<sup>-1</sup>), la cual representó el 89,9% del total de cianobacterias, seguida por *Dolichospermum* cf. *spiroides* ( $4,4 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup>) equivalente al 4,9% del total. Otros picos importantes de abundancia se registraron en otoño del 2005 con  $3,4 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup> de las cuales  $2,3 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup> correspondieron a *Microcystis aeruginosa* y en primavera del 2005 con  $1,3 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup> en donde hubo una coodominancia de las especies *Aphanothece nidulans* (500 cel.ml<sup>-1</sup>) y *Planktothrix raciborskii* (462 cel.ml<sup>-1</sup>). El promedio de cianobacterias para todo el período de estudio fue de  $5,7 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup>.

Tabla 2.1. Especies de cianobacterias potencialmente tóxicas halladas en el embalse de Bonete.

<b>Género</b>	<b>Especie</b>
<i>Dolichospermum</i>	<i>pseudocompactum</i>
	<i>circinalis</i>
	<i>crassum</i>
	<i>solitarium</i>
	<i>planctonicum</i>
	<i>spiroides</i>
	<i>sp.</i>
<i>Microcystis</i>	<i>aeruginosa</i>
	<i>flos-aquae</i>
	<i>novacekii</i>
	<i>sp.</i>

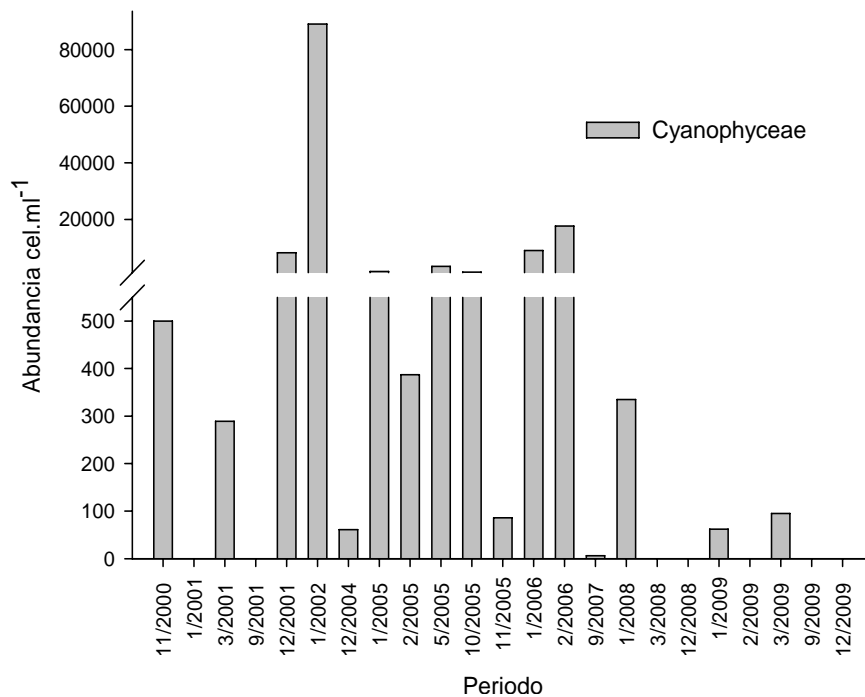


Figura 2.2. Abundancia de cianobacterias en cel.ml<sup>-1</sup> en el embalse de Bonete durante el período de estudio.

### Fitoplancton eucariota

La variación temporal del fitoplancton eucariota (no cianobacteria) durante el periodo de estudio, junto con los grupos más representativos en el embalse de Bonete son mostrados en la figura 2.3. Los principales grupos que contribuyeron con la abundancia del fitoplancton eucariota fueron las clases Bacillariophyceae y Cryptophyceae.

La abundancia máxima de diatomeas fue de  $2,3 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup> la cual ocurrió en diciembre de 2004, cuya especie dominante fue *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* con una abundancia de  $1,9 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup>. El promedio de diatomeas para todo el periodo de estudio fue de 401 cel.ml<sup>-1</sup>.

La máxima abundancia de la clase Cryptophyceae fue de  $3,7 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup> registrada en el mes de febrero de 2005, en donde la especie *Plagioselmis nanoplanctica* fue la dominante, con una abundancia de  $3,5 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup>. El promedio para el período de estudio fue de 509 cel.ml<sup>-1</sup>.

En la figura 2.4 se muestra la variación temporal de los grupos con menor representación dentro del fitoplancton como fueron las clases Chlorophyceae,

fitoflagelados y las clases *Cryptophyceae*, *Euglenophyceae* y *Dinophyceae* estas tres últimas por su baja abundancia se agruparon como “otros”.

La abundancia máxima de *Chlorophyceae* fue de  $1,4 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup>, mientras que la de fitoflagelados alcanzó las 825 cel.ml<sup>-1</sup>. Dentro del grupo “otros” la clase *Cryptophyceae* fue la dominante con el 43,5% del total, registrándose un máximo de 102 cel.ml<sup>-1</sup> y en donde *Mallomonas* sp. fue la especie dominante, (figura 2.5).

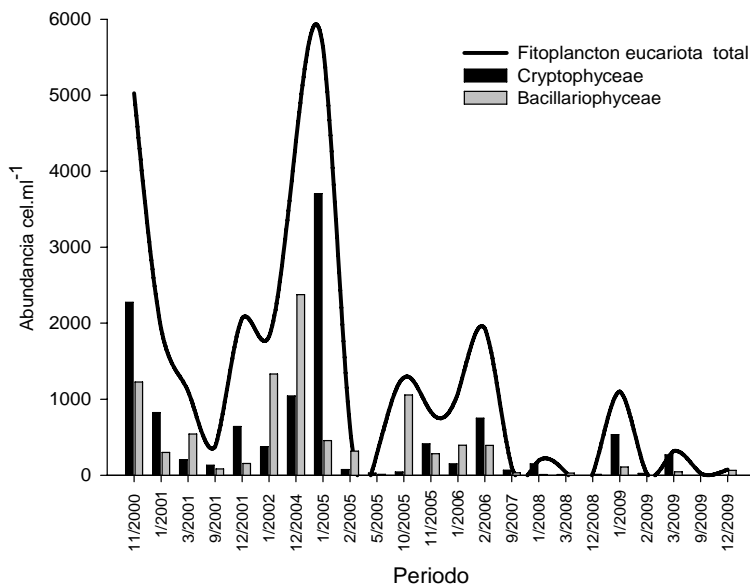


Figura 2.3. Abundancia en cel.ml<sup>-1</sup> del total de la comunidad de fitoplancton eucariota en el embalse de Rincón del Bonete, junto con las clases más representativas *Cryptophyceae* y *Bacillariophyceae*

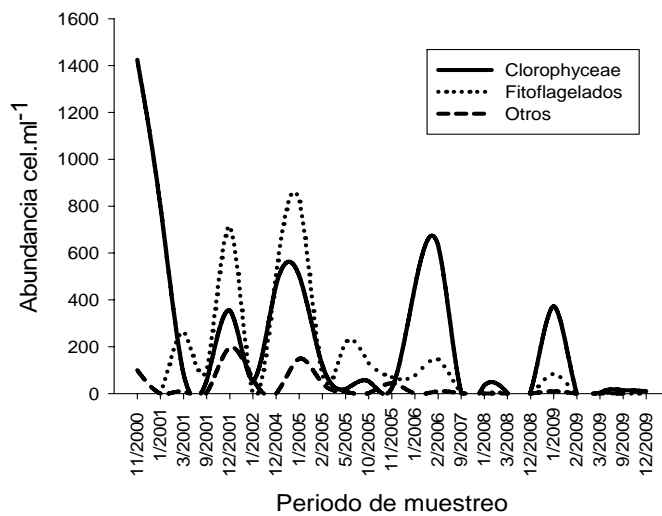


Figura 2.4. Abundancia en cel.ml<sup>-1</sup> de los grupos con menor representación en el fitoplancton eucariota en el embalse de Rincón del Bonete.

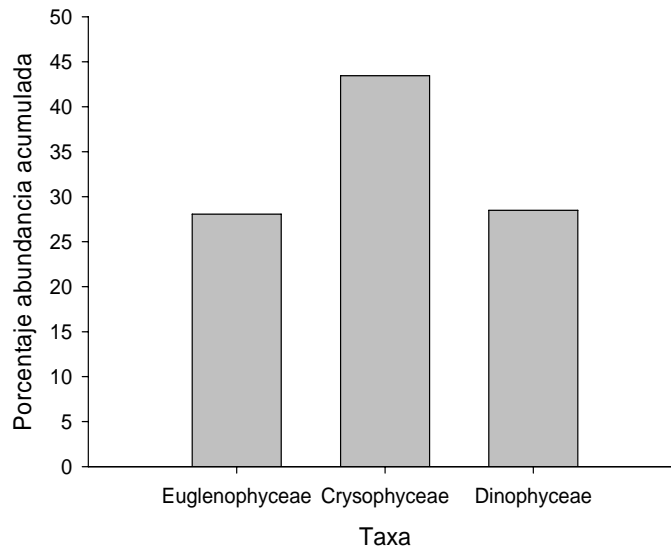


Figura 2.5. Contribución porcentual de las clases, Euglenophyceae, Crysophyceae y Dinophyceae al grupo “otros” durante el período de estudio.

### **Análisis de la comunidad de fitoplancton del embalse de Baygorria**

La comunidad fitoplanctónica en el embalse de Baygorria estuvo representada mayoritariamente por especies de las clases Cyanophyceae, Cryptophyceae, Chlorophyceae y Bacillariophyceae. Los grupos con menor representación fueron agrupados como “otros” e incluyó a las clases Dinophyceae, Euglenophyceae y Crysophyceae y al grupo fitoflagelados.

Al igual que en el embalse de Bonete hubo una dominancia de cianobacterias con el 79,5 %, seguidas por la clase Cryptophyceae 6,6 % y de diatomeas con el 6% de la abundancia total de individuos (figura 2.6).

### Cianobacterias

Se registraron 9 géneros de cianobacterias agrupadas en 16 taxones, las especies más abundantes pertenecieron principalmente a los géneros *Microcystis* y *Dolichospermum*, las cuales son detalladas en la tabla 2.2.

La dinámica de las poblaciones de cianobacterias en el embalse de Baygorria tuvo un comportamiento similar al registrado en Bonete, en donde las mayores abundancias ocurrieron en los meses cálidos entre noviembre a marzo, (figura 2.7).

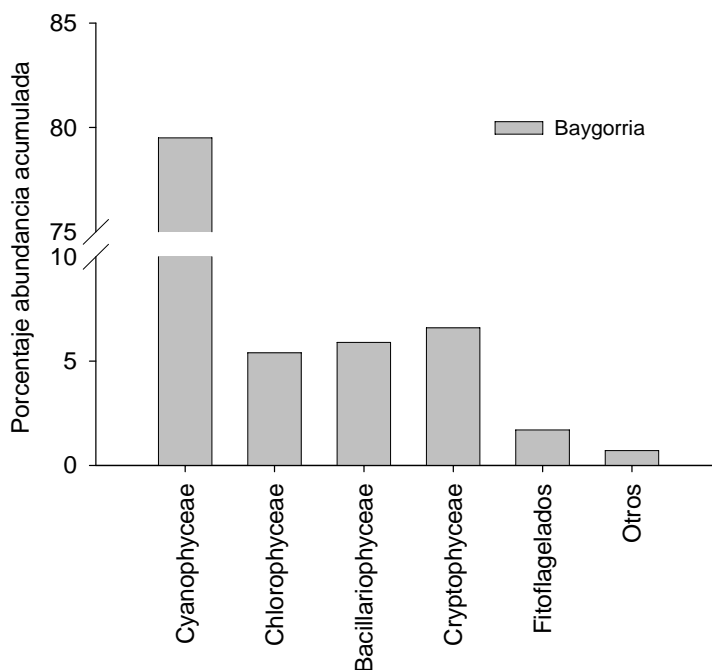


Figura 2.6. Porcentaje de la abundancia acumulada de los principales grupos taxonómicos durante el período de estudio.

Tabla 2.2. Especies de cianobacterias potencialmente tóxicas halladas en el embalse de Baygorria

Género	Especie
<i>Dolichospermum</i>	<i>circinalis</i>
	<i>planctonicum</i>
	<i>spiroides</i>
	<i>sp.1</i>
	<i>sp2.</i>
<i>Microcystis</i>	<i>aeruginosa</i>
	<i>flos-aquae</i>
	<i>wessenbergii</i>
	<i>novacekii</i>
	<i>protocystis</i>

Durante el período de estudio se registraron 2 picos importantes de abundancia:

En enero de 2002, donde hubo un máximo de  $9,0 \times 10^5$  cel.ml<sup>-1</sup> con un dominio de *M. aeruginosa* la cual alcanzó una abundancia de  $7,6 \times 10^5$  cel.ml<sup>-1</sup> siendo ésta, la máxima registrada durante todo el periodo de estudio.

En febrero de 2006, donde se registró una abundancia de  $6,5 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup> con una codominancia de *Dolichospermum* cf. *spiroides* ( $2,8 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup>) y *D. planctonicum*

( $2,0 \times 10^3 \text{ cel.ml}^{-1}$ ). El promedio de cianobacterias para todo el período fue de  $4,2 \times 10^3 \text{ cel.ml}^{-1}$  el cual fue inferior al registrado en Bonete.

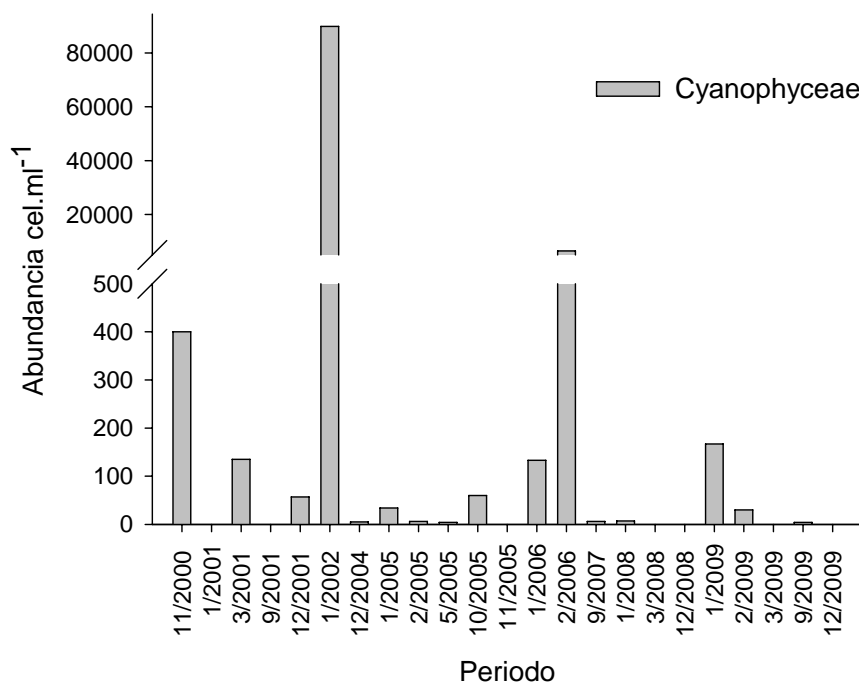


Figura 2.7. Abundancia de cianobacterias en  $\text{cel.ml}^{-1}$  en el embalse de Baygorria durante el período de estudio.

### Fitoplancton eucariota

La variación temporal del fitoplancton eucariota durante el periodo de estudio junto con los grupos más abundantes en el embalse de Baygorria son mostrados en la figura 2.8. Los principales grupos que determinaron la variación de la abundancia del fitoplancton eucariota fueron las clases Cryptophyceae, Chlorophyceae y Bacillariophyceae. La máxima abundancia de Cryptophyceae ocurrió en noviembre de 2000 con  $3,1 \times 10^3 \text{ cel.ml}^{-1}$ , con un promedio para todo el período de estudio de  $353 \text{ cel.ml}^{-1}$ . La clase Chlorophyceae por su parte registró un máximo de  $2,3 \times 10^3 \text{ cel.ml}^{-1}$  con un predominio de la especie colonial *Eudorina elegans* con  $1,9 \times 10^3 \text{ cel.ml}^{-1}$ . Por último, la clase Bacillariophyceae alcanzó la máxima abundancia en octubre de 2005 con  $1,9 \times 10^3 \text{ cel.ml}^{-1}$ , en donde *Aulacoseira granulata* resultó la más abundante con  $675 \text{ cel.ml}^{-1}$ , el promedio para todo el periodo fue de  $316 \text{ cel.ml}^{-1}$ . Los grupos con menor abundancia dentro del fitoplancton eucariota correspondieron a los fitoflagelados y a las clases



Crysophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, las que fueron agrupadas como “otros”, su variación temporal es mostrada en la figura 2.9.

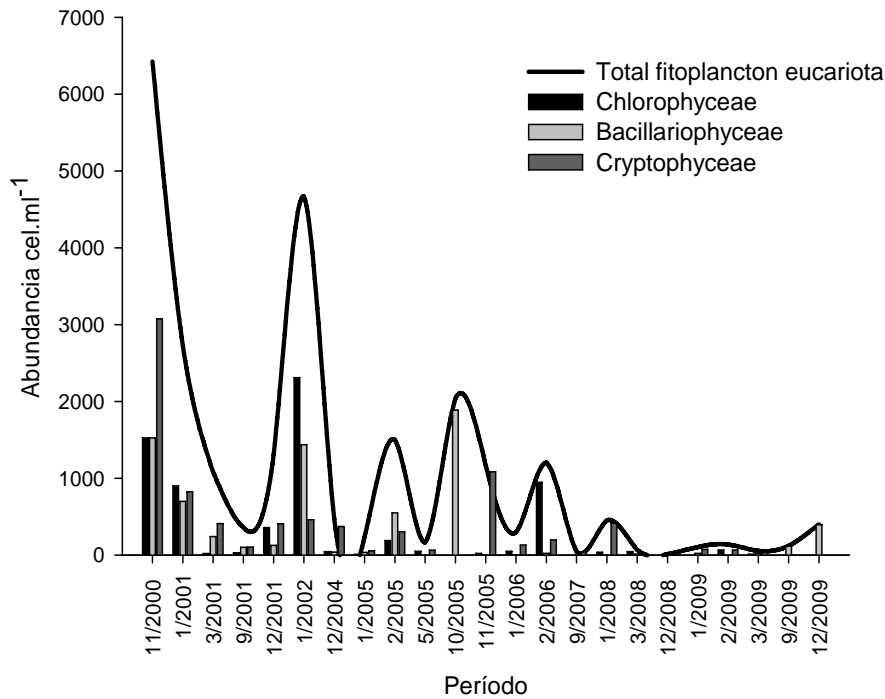


Figura 2.8. Abundancia en cel.ml<sup>-1</sup> del fitoplancton eucariota total en el embalse de Baygorria, junto con los grupos más representativos, Chlorophyceae, Cryptophyceae y Bacillariophyceae

Dentro de los grupos de menor representación los fitoflagelados fueron los más abundantes con una densidad máxima de 423 cel.ml<sup>-1</sup>. Dentro del grupo “otros” la clase Crysophyceae representó el 57% y una abundancia máxima de 200 cel.ml<sup>-1</sup>. Los géneros *Mallomonas sp.* y *Dinobrion sp.* fueron los más representativos. La clase Dinophyceae alcanzó el 42% y Euglenophyceae el 1%, (figura 2.10).

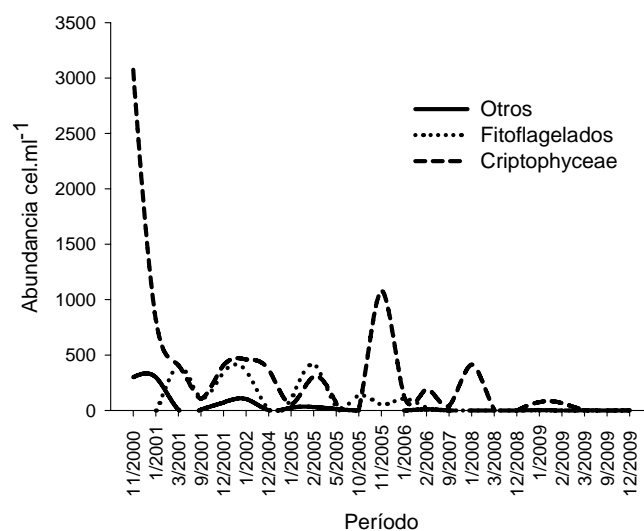


Figura 2.9. Abundancia en cel.ml<sup>-1</sup> de los grupos con menor representación en el fitoplancton eucariota en el embalse Baygorria.

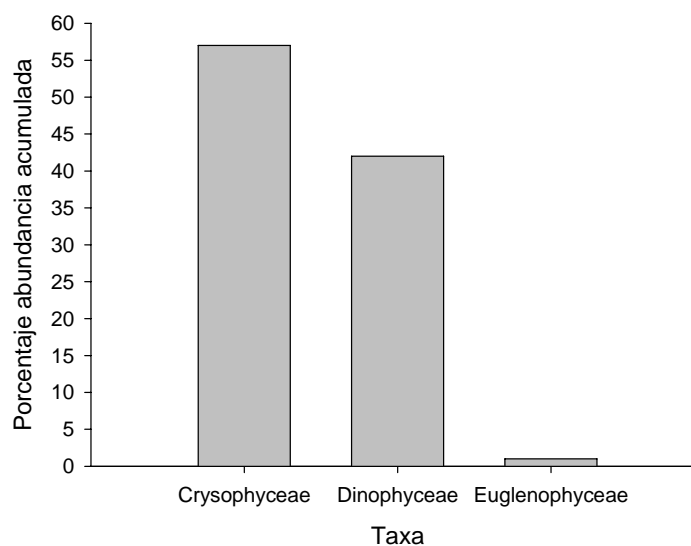


Figura 2.10. Contribución porcentual de las clases Euglenophyceae, Crysophyceae y Dinophyceae al grupo “otros” durante el período de estudio.

### Análisis de la comunidad de fitoplancton del embalse de Palmar

La comunidad fitoplanctónica en el embalse de Palmar estuvo representada mayoritariamente por especies de las clases Cyanophyceae (28,8%), Chlorophyceae (22,8 %), Cryptophyceae (20,0 %), Bacillariophyceae (7,7%) y fitoflagelados (6,7%) de la abundancia total. Los grupos con menor representación fueron agrupados como

“otros” e incluyó a las clases Dinophyceae, Euglenophyceae y Crysophyceae. ver figura 2.11.

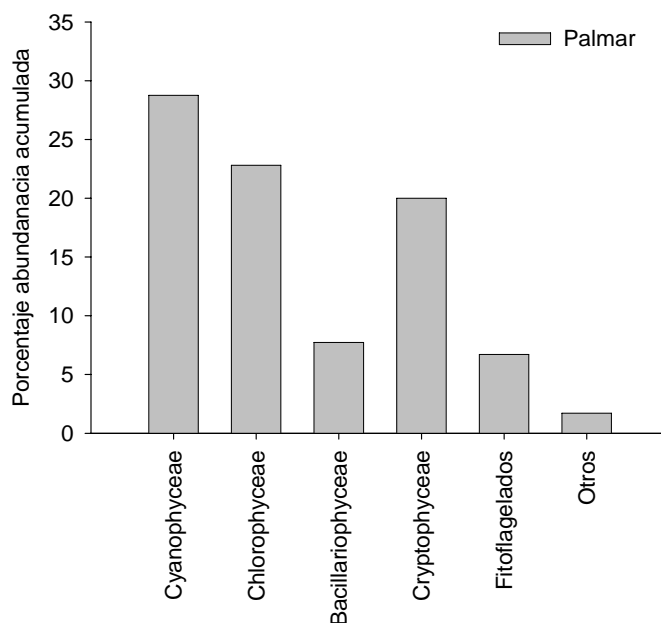


Figura 2.11. Porcentaje de la abundancia acumulada de los principales grupos taxonómicos durante el período de estudio.

### Cianobacterias

Se registraron 11 géneros de cianobacterias agrupadas en 24 taxones. Las especies más abundantes pertenecieron a los géneros *Microcystis* y *Dolichospermum*, las que son detalladas en la tabla 2.3. Al igual que en Bonete y Baygorria las principales abundancias de cianobacterias ocurrieron en los meses cálidos, (figura 2.12). La abundancia en el embalse de Palmar durante todo el periodo de estudio fue menor que en Bonete y Baygorria. La máxima densidad ocurrió en febrero de 2005 con  $4,8 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup> en donde hubo un predominio de *Dolichospermum cf spiroides* ( $3,8 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup>). Otros picos importantes de abundancia ocurrieron en febrero 2006 con  $4,7 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup> y en diciembre 2001 con  $4,1 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup> en ambos casos *D. spiroides* fue la especie dominante con  $3,8 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup> y  $2,2 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup> respectivamente

Tabla 2.3. Especies de cianobacterias potencialmente tóxicas halladas en el embalse de Bonete.

Género	Especie
<i>Dolichospermum</i>	<i>circinalis</i>
	<i>planctonicum</i>
	<i>spiroides</i>
	<i>sp.1</i>
<i>Microcystis</i>	<i>aeruginosa</i>
	<i>flos-aquae</i>
	<i>wessenbergii</i>
	<i>novacekii</i>
<i>Raphidiopsis</i>	<i>protocystis</i>
	<i>mediterranea</i>

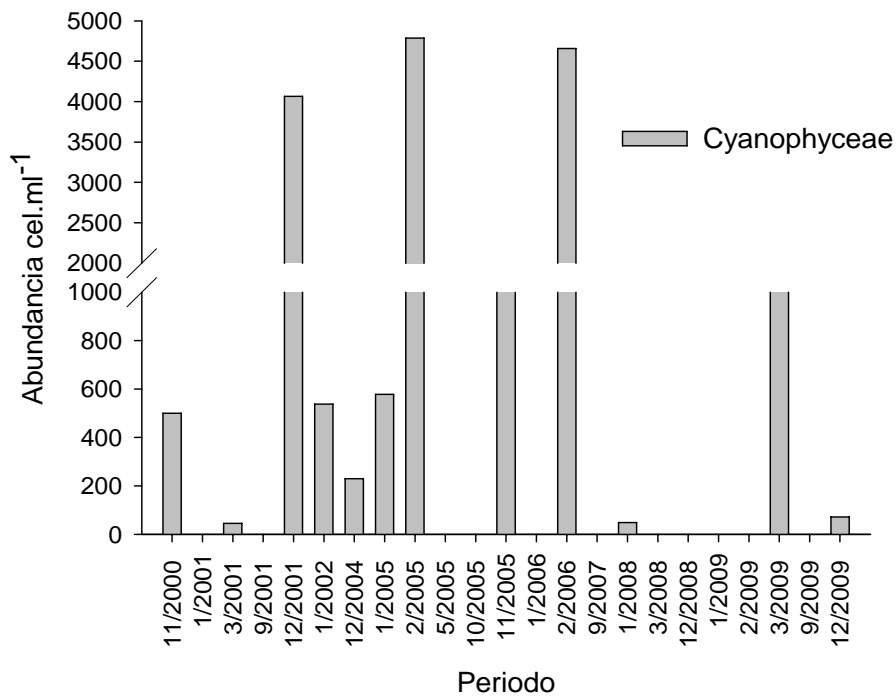


Figura 2.12. Abundancia de cianobacterias en cel.ml<sup>-1</sup> en el embalse de Palmar durante el período de estudio.

## Fitoplancton eucariota

La variación temporal del fitoplancton eucariota durante el periodo de estudio junto con los grupos más abundantes en el embalse de Palmar son mostrados en la figura 2.13. Los principales grupos que determinaron la variación de la abundancia del fitoplancton eucariota fueron las clases Chlorophyceae y Cryptophyceae. La máxima abundancia de Chlorophyceae ocurrió en diciembre de 2001 con  $6,4 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup>, con un predominio de la especie colonial *Eudorina sp.* ( $2,9 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup>), el promedio de la clase para todo el período de estudio fue de 617 cel.ml<sup>-1</sup>. La clase Cryptophyceae por su parte tuvo su máxima abundancia en enero de 2009 con  $3,6 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup> en donde la especie dominante fue *Cryptomonas obovata* que representó el 99% de la abundancia, el promedio de la clase para todo el período fue de 540 cel.ml<sup>-1</sup>. Otros grupos correspondieron a: Bacillariophyceae la cual alcanzó la máxima densidad en febrero de 2005 con  $1,2 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup>, en donde la especie dominante fue *Aulacoseira granulata* (916 cel.ml<sup>-1</sup>), el promedio de la clase para todo el periodo fue de 209 cel.ml<sup>-1</sup>. Fitoflagelados los cuales alcanzaron su máxima abundancia en diciembre 2001 con  $2,3 \times 10^3$  cel.ml<sup>-1</sup>, (figura 2.14).

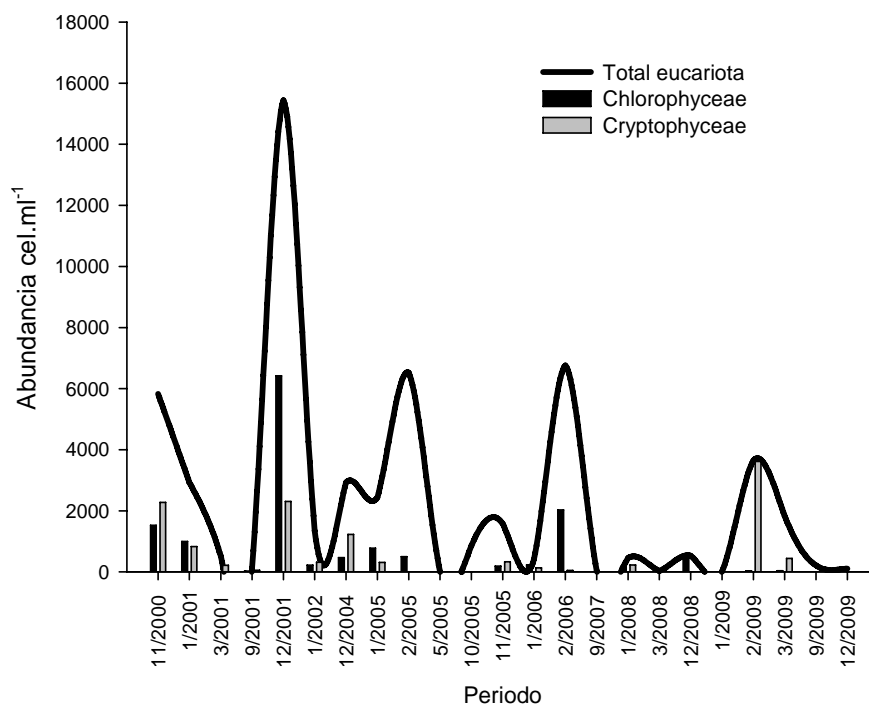


Figura 2.13. Abundancia en cel.ml<sup>-1</sup> del fitoplancton eucariota total en el embalse de Baygorria, junto con los grupos más representativos, Chlorophyceae, Cryptophyceae

Dentro de los grupos con menor representación la clase Dinophyceae junto con Crysophyceae fueron las más abundantes con más del 40% del total, (figura 2.15).

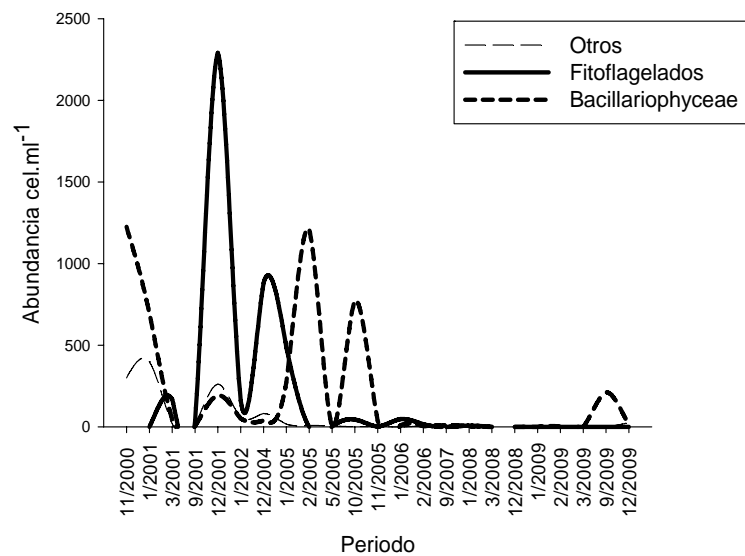


Figura 2.14. Abundancia en cel.ml<sup>-1</sup> de los grupos con menor representación en el fitoplancton eucariota en el embalse Palmar

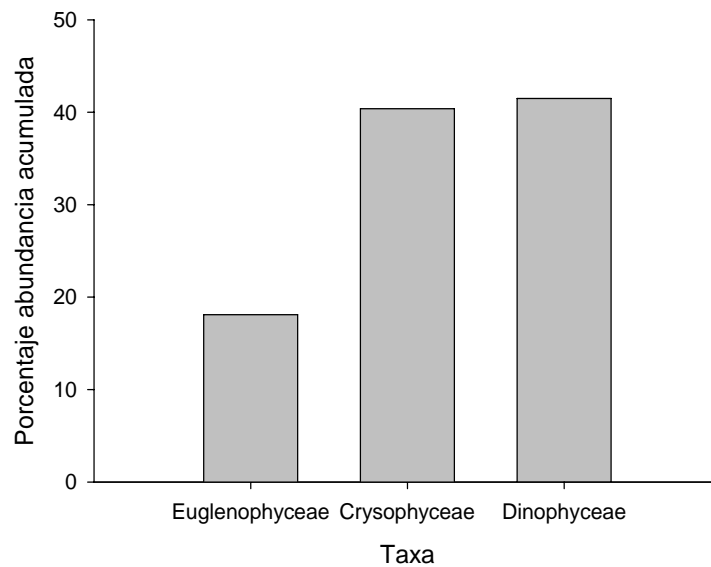


Figura 2.15. Contribución porcentual de las clases, Euglenophyceae, Crysophyceae y Dinophyceae al grupo “otros” durante el período de estudio.

### 3- ZOOPLANCTON

La composición de la comunidad zooplanctónica se caracterizó por la presencia de organismos típicamente holoplanctónicos como Rotífera, y microcrustáceos de los grupos Copépoda (Calanoida y Ciclopoida) y Cladocera. Además, se encontraron organismos meroplanctónicos (larvas de Mollusca).

Durante el período de 9 años analizado (2000-2009) los Rotíferos fue el grupo dominante numéricamente en los tres embalses del Río Negro (figura 1). Las mayores abundancias relativas se registraron en los embalses Baygorria y Palmar con valores de 69 % y 70% respectivamente, mientras que en el embalse Bonete, los valores porcentuales fueron de 63%.

Los microcrustáceos, cladóceros y copépodos, a pesar de ser más eficientes competitivamente que los rotíferos, presentaron bajas abundancias relativas, los cladóceros estuvieron poco representados en los tres embalses con los máximos valores porcentuales en el embalse Bonete (10%).

Los copépodos alcanzaron valores porcentuales superiores a los cladóceros en los tres embalses (figura 3.1). En general, Baygorria y Palmar fueron los embalses con menores abundancias relativas de microcrustáceos.

Por otro lado en los tres embalses se registró la presencia de larvas de moluscos de la especie invasora, *Limnoperna fortunei*. En el embalse Palmar se registraron las mayores abundancias relativas (11%).

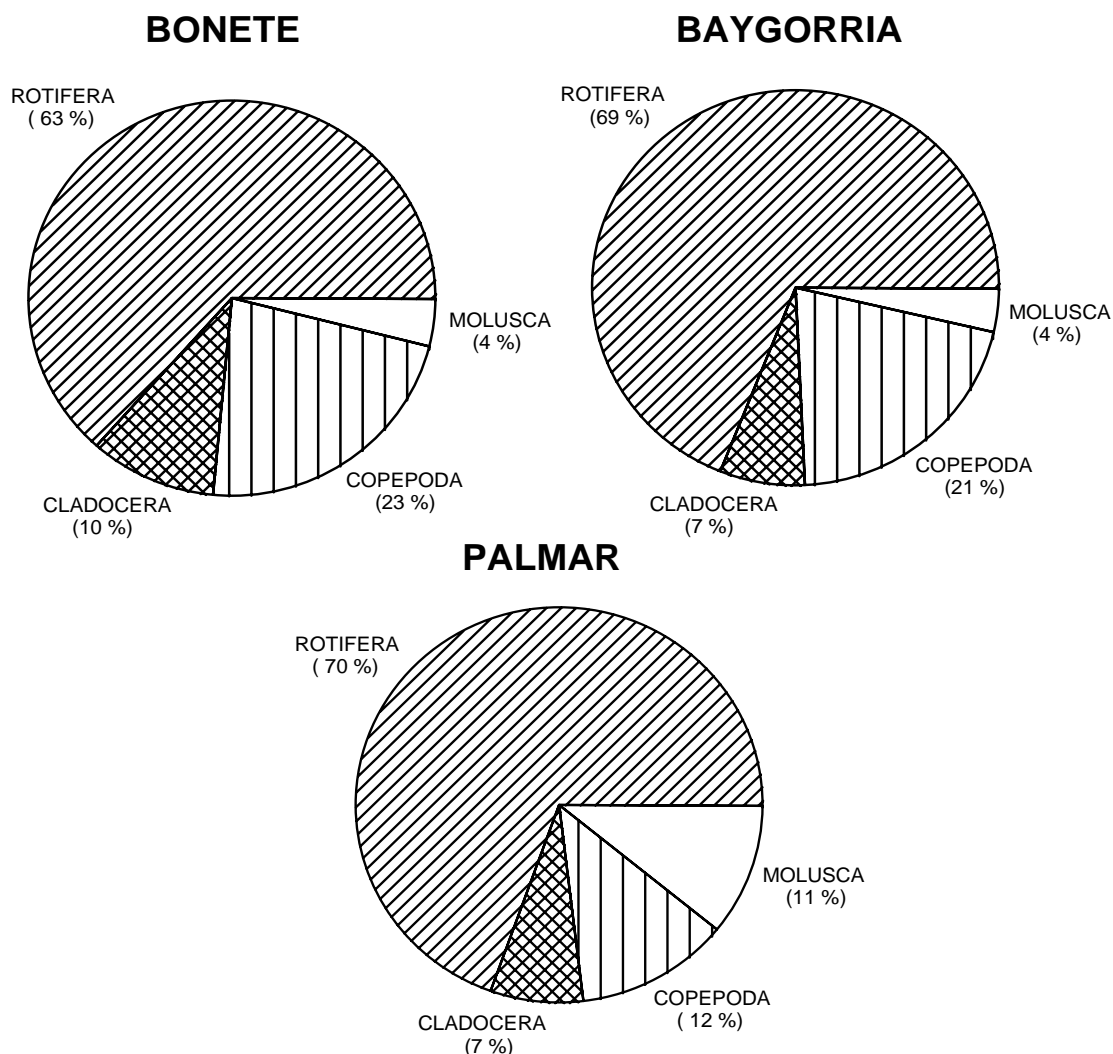


Figura 3.1. Abundancia relativa de los grupos del zooplancton de los embalses del Río Negro durante el período 00-09

Se encontraron un total de 62 taxa zooplanctónicos, discriminados en 46 Rotífera, 10 Cladóceras, 5 Copépodos y 1 correspondiente a Mollusca (Tabla 3.1 y 3.2). Las diversas especies identificadas, corresponden a géneros limnéticos tales como (*Keratella*, *Brachionus*, *Polyarthra*, *Filinia*, *Synchaeta*, *Diaphanosoma*, *Moina*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, *Notodiptomus*, *Thermocyclops*, *Metacyclops*), géneros representados por especies libres o sésiles como (*Conochilus*, *Collotheca*,) y géneros representados correspondientes a zonas litorales o bentónicas como (*Trichocerca*, *Lecane*, *Lepadella*) entre otros.

En el embalse Bonete las abundancias zooplanctónicas totales oscilaron entre un mínimo de 1132 ind. m<sup>-3</sup> durante mayo 2005 y un máximo de 155530 ind.m<sup>-3</sup> en



diciembre 2008, con un promedio de  $24976 \pm 35190 \text{ ind.m}^{-3}$  (figura 5 ).Durante los máximos de abundancia encontrados en los meses de verano (diciembre 2008 y enero 2009), la comunidad zooplanctónica estuvo dominada por las especies de rotíferos *Polyarthra vulgaris* y *Synchaeta stylata*.

Los copépodos presentaron picos de abundancia en verano (diciembre 2001, 2008 y 2009 ) y primavera (noviembre 2005) (figura 3.4), oscilaron entre un mínimo de 211  $\text{ind.m}^{-3}$  en mayo 2005 y un máximo de 17857  $\text{ind.m}^{-3}$  en diciembre 2009, cabe señalar que los estadios de desarrollo (nauplios) fueron los que determinaron el patrón de variación estacional de dicha comunidad y *Notodiptomus incompositus* fue la especie dominante.

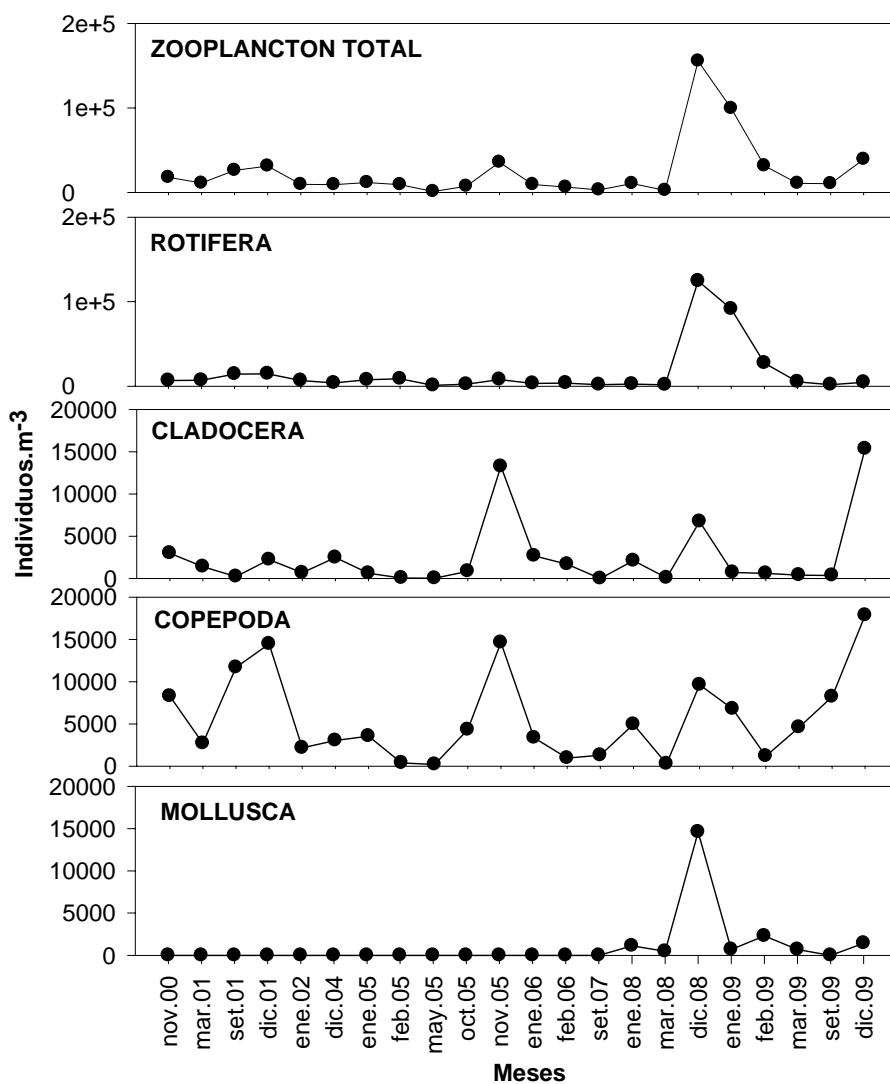


Figura 3.5. Variación interanual de la comunidad del zooplancton en el embalse Bonete durante el período 00-09

Los cladóceros presentaron dos picos conspicuos uno en primavera (noviembre 2005) y otro en verano (diciembre de 2009) (figura 3.5) con máximas abundancias registradas en verano de 2009 ( $15357 \text{ ind.m}^{-3}$ ) y mínimas en setiembre 2007 ( $< 1 \text{ ind.l}^{-1}$ ). Las principales especies que marcaron el patrón de variación de las poblaciones de cladóceros fueron *Bosminopsis deitersi* y *Bosmina huaronensis*. Por otro lado, cabe resaltar la presencia de la especie invasora, *Limnoperla fortunei* con abundancias importantes de  $14600 \text{ ind.m}^{-3}$  durante el verano (diciembre 2008).

Durante 9 de los meses de estudio (marzo 2001; enero 2002; enero, febrero, mayo 2005; marzo, diciembre 2008 y enero, febrero 2009), los rotíferos (microzooplancton) presentaron una abundancia relativa igual o mayor al 60%. Mientras que el mesozooplancton (Cladóceros y Copépodos) dominó la comunidad del zooplancton durante los meses de octubre, noviembre 2005, enero 2006 y setiembre, diciembre 2009 con valores porcentuales  $>$  a 65%. En los restantes meses el microzooplancton mostró una codominancia con el mesozooplancton (figura 3.6).

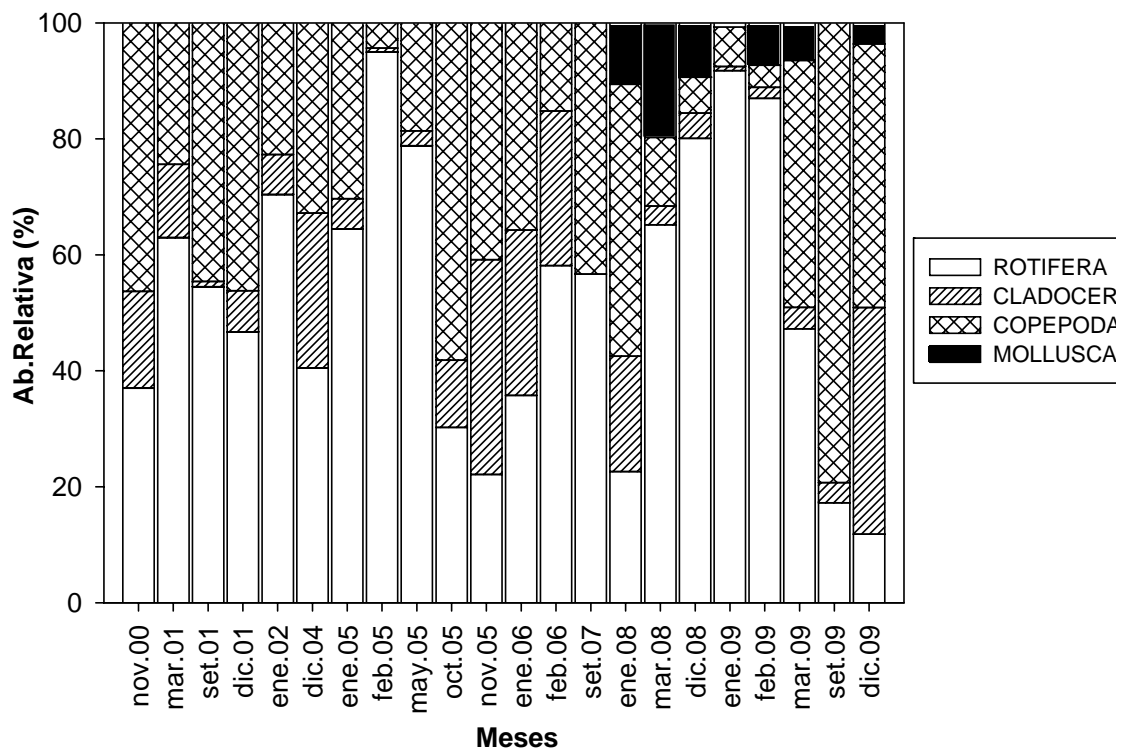


Figura 3.6. Proporciones de grupos del zooplancton en el embalse Bonete durante el período de estudio

En el embalse Baygorria las abundancias zooplanctónicas totales oscilaron entre un mínimo de 397 ind.m<sup>-3</sup> durante marzo 2008 y un máximo de 264530 ind.m<sup>-3</sup> en diciembre 2008 con un promedio de 26748 ± 54713 ind.m<sup>-3</sup> (figura 3.7). Dentro del grupo de los rotíferos la especie *Polyarthra vulgaris* determino las altas abundancias registradas en verano de 2008 (182800 ind. m<sup>-3</sup>).

Las abundancias máximas de cladóceros, copépodos y moluscos se registraron durante los meses cálidos (primavera y verano) principalmente en diciembre 2009, con abundancias de 40030 ind.m<sup>-3</sup>, 122149 ind.m<sup>-3</sup> y 20957 ind.m<sup>-3</sup> respectivamente ( Figura 3.7). En Baygorria, durante 8 de los meses de muestreo los rotíferos dominaron presentando valores porcentuales > al 60% (figura 3.8). Mientras que los copépodos y

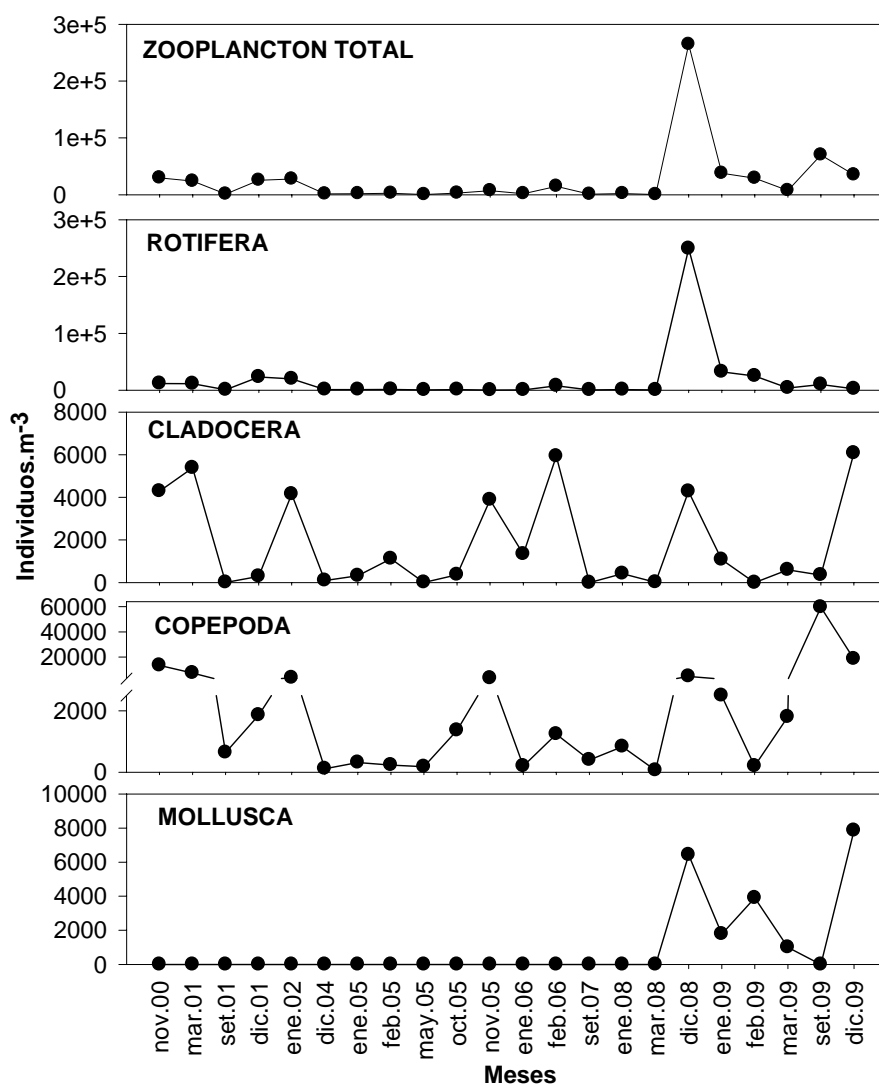


Figura 3.7. Variación interanual de la comunidad del zooplancton en el embalse Baygorria durante el período 00-09

cladóceros solamente superaron a los rotíferos con valores porcentuales > a 60% en noviembre 2000, 2005, enero 2006, setiembre y diciembre 2009.

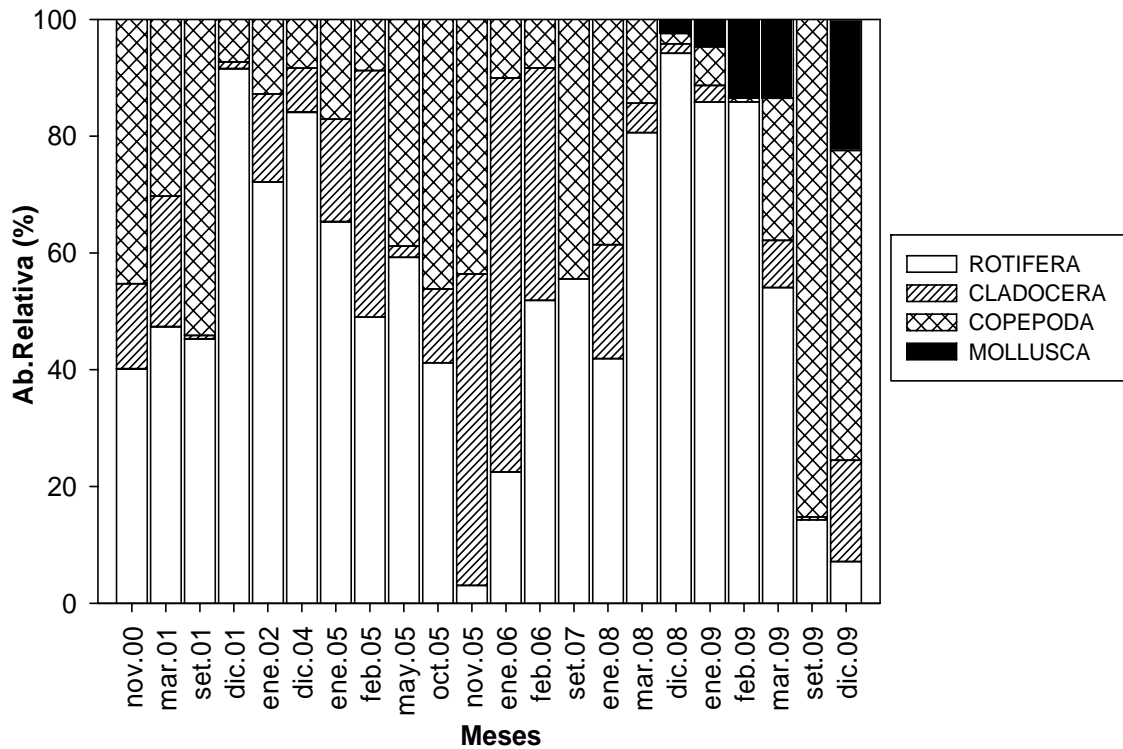


Figura 3.8. Proporciones de grupos del zooplankton en el embalse Baygorria durante el período de estudio.

En el embalse Palmar las abundancias zooplantónicas totales oscilaron entre un mínimo de 71 ind. m<sup>-3</sup> durante setiembre 2001 y un máximo de 116360 ind.m<sup>-3</sup> en enero 2009 con un promedio de 27569 ± 34345 ind.m<sup>-3</sup> (figura 3.9).

Al igual que en Bonete, durante los máximos de abundancia encontrados en los meses de diciembre 2008 y enero 2009, la comunidad zooplantónica estuvo dominada por las especies de *Polyarthra vulgaris* y *Synchaeta stylata*. Los microcrustáceos (copépodos y cladóceros) presentaron sus máximas abundancias en los meses de verano.

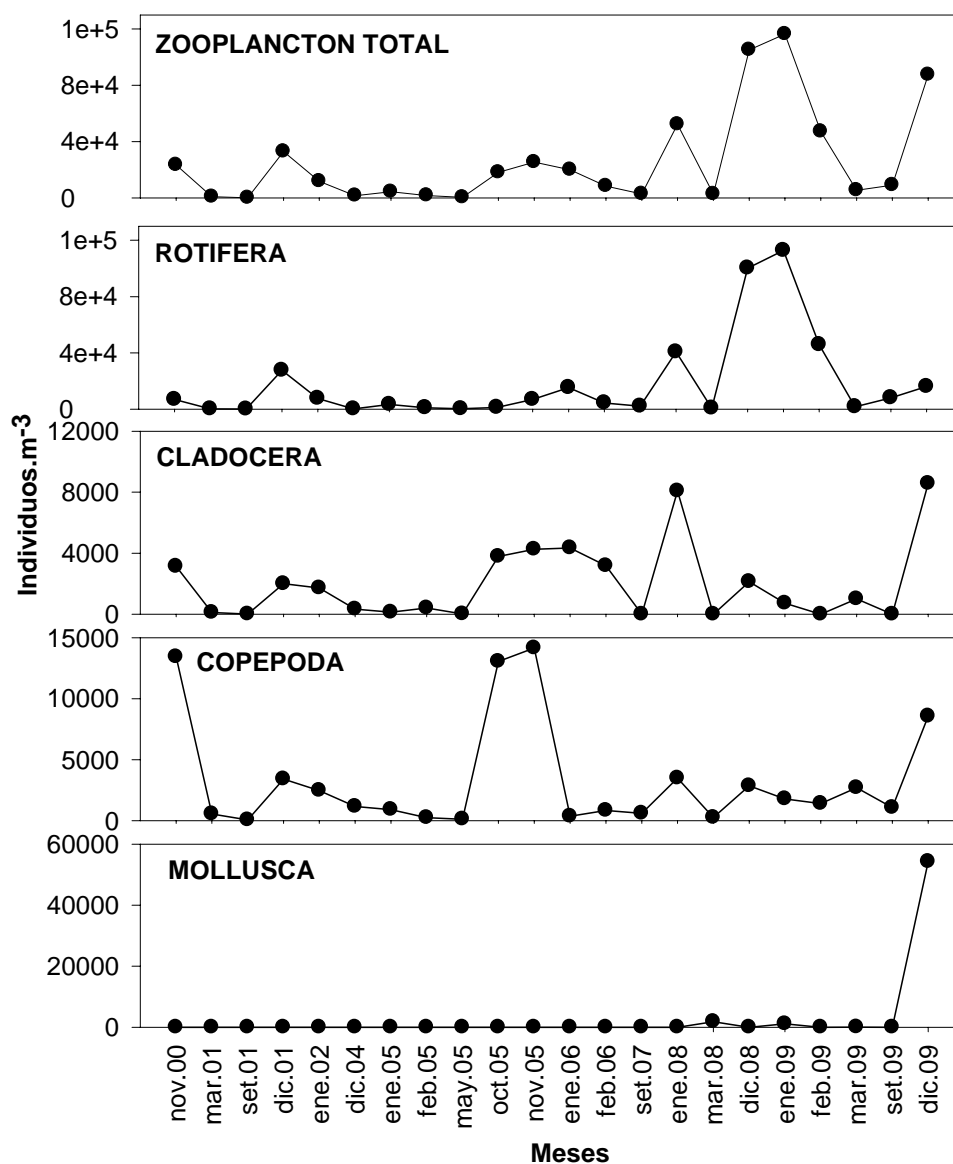


Figura 3.9. Variación interanual de la comunidad del zooplancton en el embalse Palmar durante el período 00-09

A diferencia de los embalses Bonete y Baygorria en el embalse Palmar los rotíferos dominaron en 13 de los meses muestreados con valores porcentuales > a 60% (Figura 10). Mientras que los microcrustáceos (copéodos y cladóceros) dominaron en 6 de los meses de muestreo.

Cabe señalar que en Palmar los moluscos (*Limnoperna fortunei*) llegaron a dominar ampliamente la comunidad zooplanctónica durante marzo de 2009.

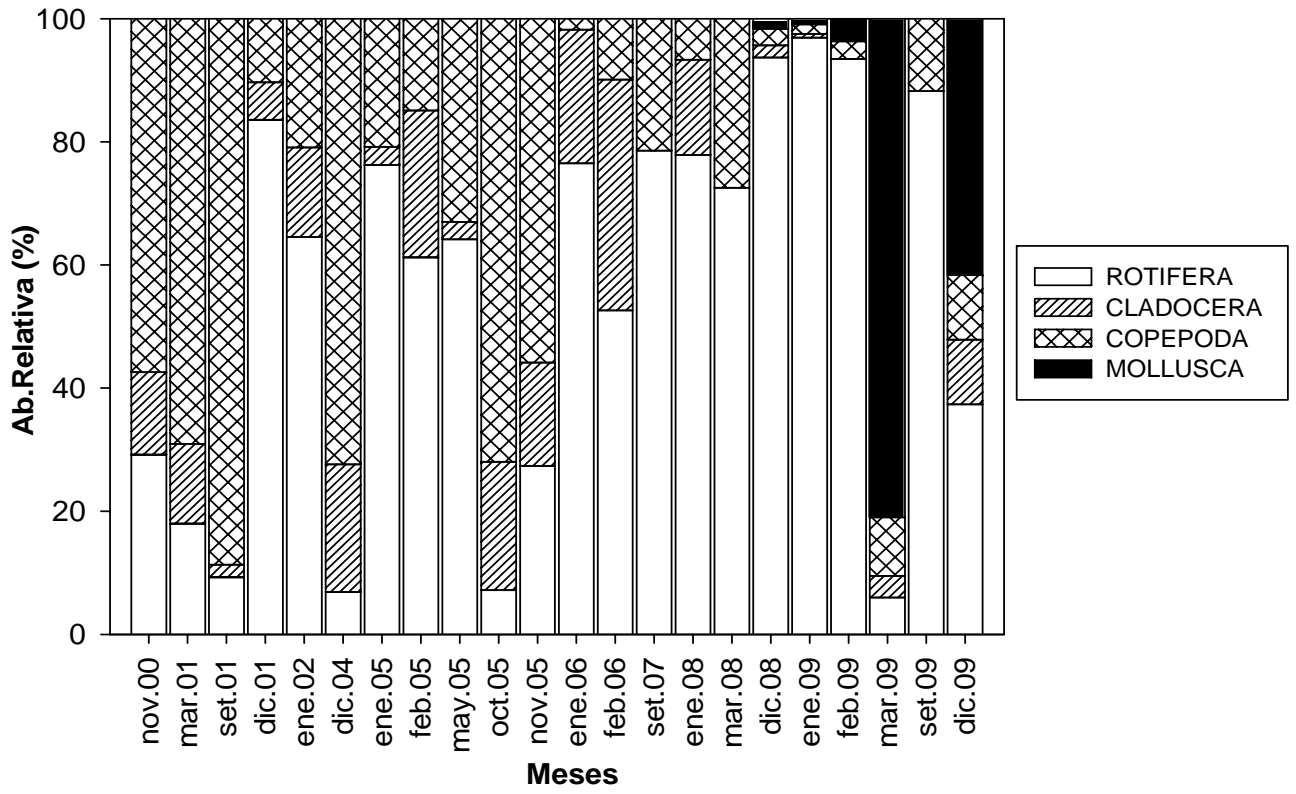


Figura 3.10. Proporciones de grupos del zooplancton en el embalse Palmar durante el período de estudio.

#### 4- DISCUSIÓN

Los tres embalses presentaron valores de los parámetros fisicoquímicos similares. De acuerdo a la concentración de fósforo total promedio de todo el período de este estudio los embalses se clasifican como mesotróficos, al igual que según la concentración promedio de clorofila. Sin embargo según las abundancias de fitoplancton y en particular de cianofitas en algunos veranos los embalses se clasifican como eutróficos.

Los embalses mostraron similar composición de clases y de especies fitoplanctónicas. A diferencia de otros embalses como por ej. el de Salto Grande donde la clase Chlorophyceae domina la comunidad (De Leon y Chalar 2003) en los embalses del Río Negro la comunidad estuvo dominada por Cyanophyceae. En general las clases Cyanophyceae, Cryptophyceae y Bacillariophyceae dominaron en Bonete y Baygorria, mientras que las clases Cyanophyceae, Chlorophyceae y Cryptophyceae lo hicieron en Palmar.

Estos grupos son integrantes del plancton de agua dulce y son comunes en sistemas lénticos por lo que su presencia en los embalses está en lo esperable. Dentro de la clase Cyanophyceae el embalse que presentó mayor abundancia fue Bonete y la menor Palmar. Las especies *Microcystis aeruginosa* y *Dolichospermum cf. spiroides* fueron más abundantes y las responsables de los picos de abundancia registrados durante el período de estudio. Estas especies son potencialmente tóxicas y pueden ocasionar floraciones en los meses de verano en nuestra región. En general los factores que favorecen la formación de floraciones están dados por: el aumento de la temperatura del agua, incremento de la radiación solar y por el aumento de los nutrientes que se origina cuando se incrementan los caudales que reciben los embalses.

Este incremento de nutrientes “fertiliza” los embalses y puede estimular el crecimiento del fitoplancton en general y de las cianobacterias en particular.

El crecimiento no es inmediato y ocurre semanas posteriores al ingreso de nutrientes y sería clave para explicar el origen de las floraciones que ocurrieron durante el período de estudio en el verano.

En la clase Cryptophyceae hubo un predominio de especies del género *Cryptomonas* y *Plagioselmis nanoplanctica*, las cuales son especies consideradas como oportunistas, de rápido crecimiento, reproducción y proliferan en sistemas turbios y ricos en nutrientes.

Dentro de la clase Chlorophyceae en general hubo un dominio de especies del Orden Volvocales representado principalmente organismos coloniales móviles del género *Eudorina* y especies de *Chlamydomonas*.

Por último la clase Bacillariophyceae estuvo representada básicamente por el género *Aulacoseira* el cual registró varias especies, siendo *Aulacoseira granulata* la dominante en los 3 embalses. *A. granulata* es una diatomea filamentosa, colonial, perteneciente al orden Centrales y es común en lagos y ríos en todo el mundo (Krammer & Lange-Bertalot, 1991). Esta dominancia de *Aulacoseira granulata* ya ha sido reportada anteriormente en otros trabajos para estos embalses (Bonilla 1997, Pérez 2002). También *A. granulata* fue registrada como especie dominante en la zona central del embalse de Salto Grande por Quirós y Luchini (1982), en la cuenca del tramo inferior del río Uruguay por O'Farrell & Izaguirre (1994). En embalses de Brasil, tanto *A. granulata* como *A. italica* son frecuentes junto a Cyanophyceae cuando ocurren estados alternativos de eutrofia y mesotrofia (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 1992). *A. granulata* es una especie característica de sistemas turbulentos y sometidos a cambios en la calidad de la luz.

De acuerdo a los valores de abundancia de fitoplancton registrados se podría afirmar que los embalses son eutróficos en los meses de verano.

En la figura 4.1 se muestra la abundancia acumulada total y de los principales grupos fitoplanctónicos en los 3 embalses durante el período 2000-2009.



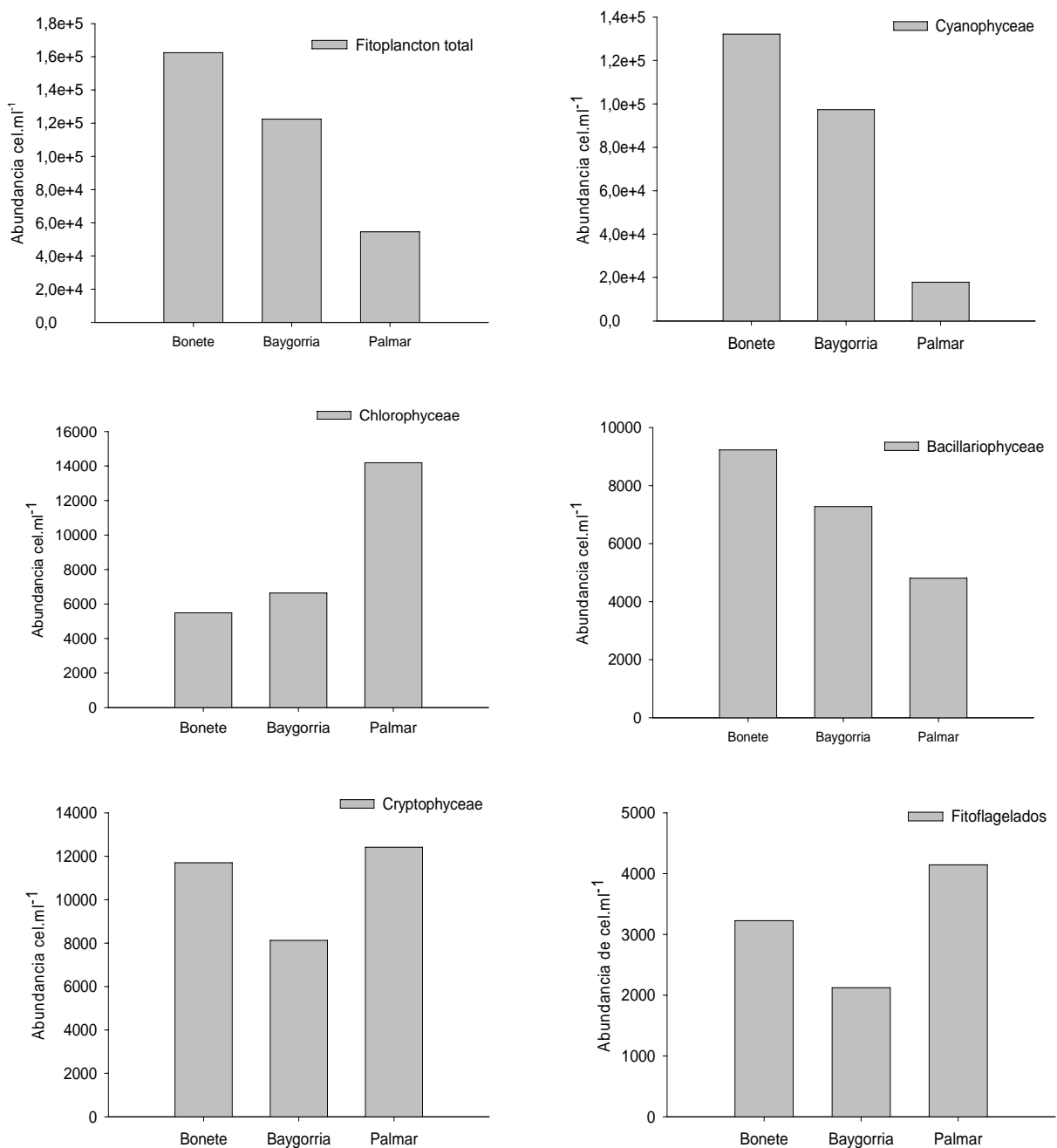


Figura 4.1. Abundancia acumulada de los principales grupos fitoplanctónicos durante el período de estudio 2000-2009 para los embalse de Bonete, Baygorria y Palmar.

Las especies zooplanctónicas encontradas, corresponden en su mayoría a especies típicamente planctónicas, fueron reportadas para diversos embalses tropicales y están ampliamente distribuidas en regiones tropicales y subtropicales (Koste and José de Paggi 1982, Rocha *et al.* 1995, José de Paggi 1996). El número de taxos encontrados

para el presente estudio (62), fue inferior al observado por Chalar *et al.* (1993) para el embalse de Salto Grande (87), sin embargo está dentro de los rangos observados en embalses tropicales (Rocha *et al.* 1995).

Tabla 4.1. Rotíferos de los embalses del Río Negro durante el período 2000-2009. Presencia (1) - ausencia (0)

EMBALSES	BONETE	BAYGORRIA	PALMAR	ROTIFERA	BONETE	BAYGORRIA	PALM.
				ROTIFERA			
<i>Ascomorpha ovalis</i>	1	1	1	<i>Keratella cochlearis</i>	1	1	1
<i>Asplanchna sp</i>	1	0	0	<i>Keratella lenzi</i>	1	1	1
<i>Brachionus1 sp</i>	1	0	0	<i>Keratella tropica</i>	1	1	1
<i>Brachionus angularis</i>	1	1	0	<i>Lecane (M) bulla</i>	1	1	1
<i>Brachionus calyciflorus</i>	1	1	1	<i>Lecane luna</i>	1	0	0
<i>Brachionus caudatus</i>	1	1	1	<i>Lecane1 sp</i>	1	1	1
<i>Brachionus dolabratus</i>	1	0	0	<i>Lecane2 sp</i>	1	1	0
<i>Brachionus havanaensis</i>	1	0	0	<i>Lecane3 sp</i>	1	0	1
<i>Brachionus2 sp</i>	1	1	1	<i>Lepadella sp</i>	1	0	0
<i>Collotheca sp</i>	1	1	1	<i>Mytilina sp</i>	1	0	0
<i>Colurella sp</i>	1	0	0	<i>Notholca sp</i>	0	0	1
<i>Conochilus caebaensis</i>	1	1	1	<i>Ploesoma truncatum</i>	1	1	1
<i>Conochilus dossuarius</i>	1	1	1	<i>Polyarthra vulgaris</i>	1	1	1
<i>Conochilus coenobasis</i>	1	1	1	<i>Pompholix complanata</i>	1	1	1
<i>Conochilus unicornis</i>	1	1	1	<i>Proales sp</i>	1	0	0
<i>Euchlanis sp</i>	1	1	1	<i>Synchaeta stylata</i>	1	1	1
<i>Filinia longiseta</i>	1	1	1	<i>Testudinella patina</i>	1	1	0
<i>Filinia opoliensis</i>	1	1	0	<i>Testudinella sp</i>	1	1	0
<i>Filinia terminalis</i>	1	0	1	<i>Trichocerca capucina</i>	1	1	1
<i>Gastropus sp</i>	1	0	0	<i>Trichocerca porcellus</i>	1	0	1
<i>Hexarthra intermedia</i>	1	1	1	<i>Trichocerca pusilla</i>	1	0	0
<i>Kellicotia bostoniensis</i>	1	1	0	<i>Trichocerca similis</i>	1	1	1
<i>Keratella americana</i>	1	1	1	<i>Trichocerca sp</i>	1	1	1

A pesar que el embalse de Bonete fue el que presentó mayor número de especies no se registraron diferencias importantes en la composición del zooplancton en los tres embalses. Tampoco se registraron diferencias significativas en la abundancia total entre embalses (figura 4.2) durante el período de estudio considerado.

Tabla 4.2. Microcrustáceos (Copépodos y Cladóceros) y molluscos en los embalses del Río Negro durante el período 2000-2009. Presencia (1) - ausencia (0)

EMBALSES	BONETE	BAYGORRIA	PALMAR	BONETE	BAYGORRIA	PALMAR
<b>CLADOCERA</b>				<b>COPEPODA</b>		
<i>Bosmina hagmanni</i>	1	1	1	<i>Acanthocyclops robustus</i>	1	1
<i>Bosmina huaronensis</i>	1	1	1	<i>Metacyclops mendocinus</i>	1	1
<i>Bosmina longirostris</i>	1	1	1	<i>Notodiaptomus incompositus</i>	1	1
<i>Bosminopsis deitersi</i>	1	1	1	<i>Thermocyclops sp</i>	1	0
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	1	1	1	<i>Tropocyclops p.meridionalis</i>	1	0
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	1	1	1			
<i>Daphnia parvula</i>	1	0	0	<b>MOLLUSCA</b>		
<i>Daphnia sp</i>	1	0	1	<i>Limnoperna fortunei</i>	1	1
<i>Diaphanosoma fluviatile</i>	1	1	1			
<i>Moina minuta</i>	1	1	1			

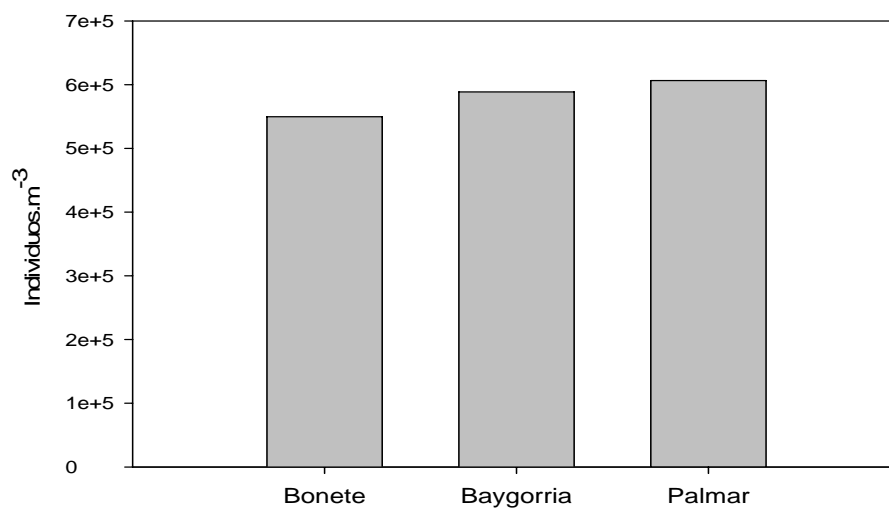


Figura 4.2. Abundancia total del zooplancton en los tres embalses del Río Negro durante el período 00-09

Los rotíferos fueron el grupo dominante numéricamente en los tres embalses, seguido por copépodos y cladóceros éstos últimos presentaron mayores abundancias absolutas en el embalse Bonete (figura 4.3).

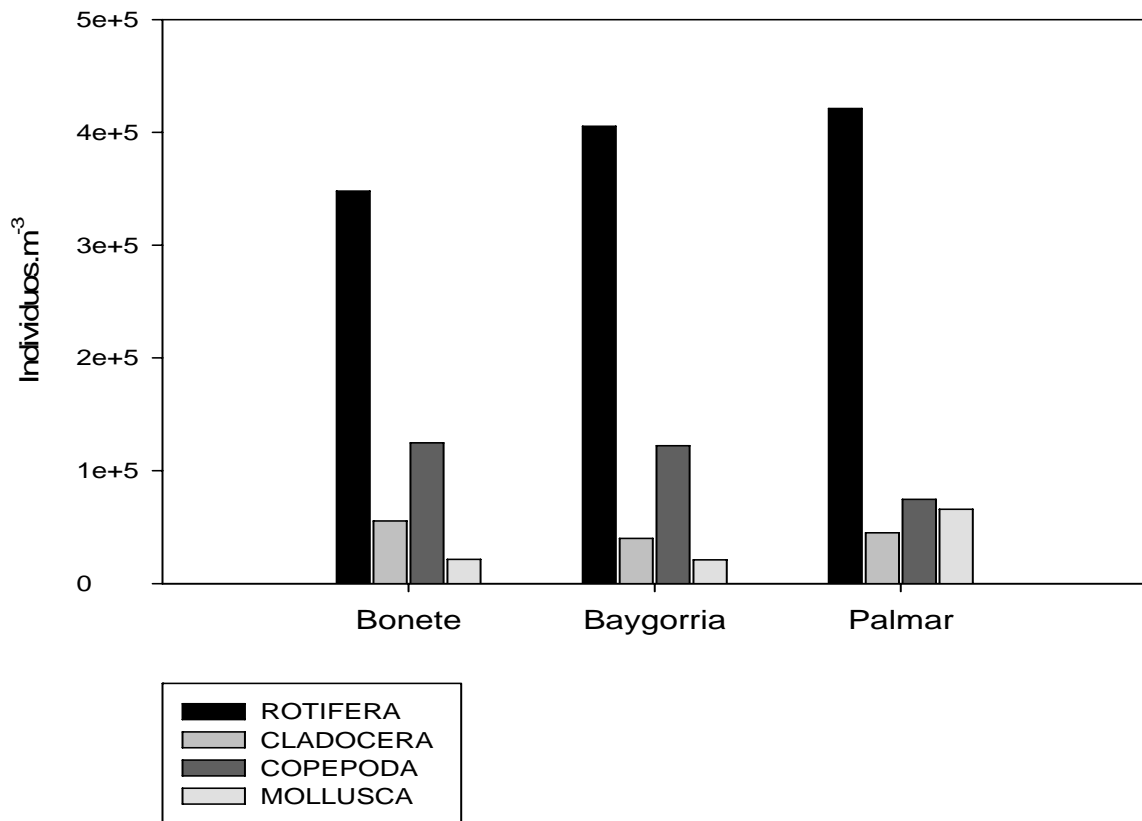


Figura 4.3. Abundancia de los grupos del zooplancton en los tres embalses del Río Negro durante el período 00-09

A pesar de la dominancia numérica de los rotíferos en los tres embalses, los microcrustáceos, principalmente copépodos, dominaron en términos de biomasa registrando valores de  $7,1 \times 10^7 \mu\text{m}^3 \cdot \text{l}^{-1}$ ,  $9,5 \times 10^7 \mu\text{m}^3 \cdot \text{l}^{-1}$ ,  $4,4 \times 10^7 \mu\text{m}^3 \cdot \text{l}^{-1}$  en Bonete, Baygorria y Palmar respectivamente (figura 4.4). Cabe señalar que en el embalse Palmar se registraron los valores más altos de biomasa de moluscos ( $6,7 \times 10^6 \mu\text{m}^3 \cdot \text{l}^{-1}$ ). Por otro lado las biomásas de copépodos y cladóceros presentaron valores similares en Palmar y muy diferentes en los embalses de Bonete y Baygorria. (figura 4.4).

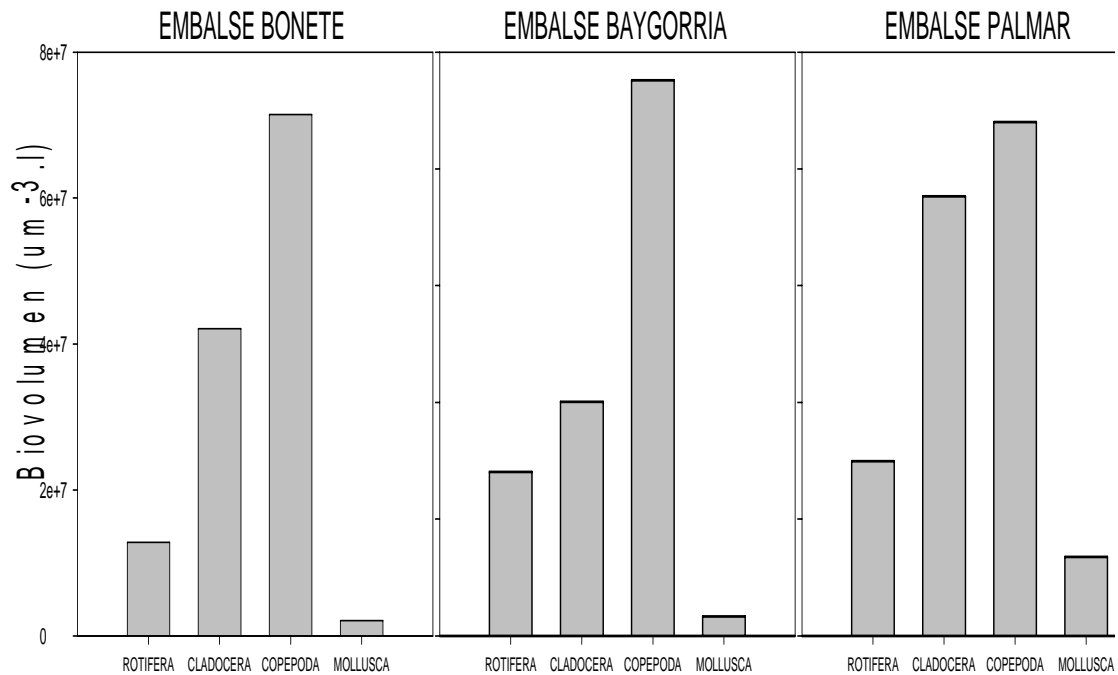


Figura 4.4. Biomasa (expresada como biovolumen) de los principales grupos del zooplancton de los embalses del Río Negro

### Dinámica de las floraciones de cianobacterias

En las figuras 4.5, 4.8 y 4.11 se observa la variación de los aportes previos acumulados y la abundancia de cianofitas en los tres embalses estudiados

De los parámetros hidrológicos analizados (tiempo de residencia, cota, aportes) exclusivamente, los aportes acumulados entre los 60 y 30 días anteriores al muestreo presentaron correlación significativa con las abundancias de cianofitas. Este comportamiento fue verificado en los tres embalses. Por otra parte ni los aportes acumulados en los 30 días previos al muestreo ni aquellos acumulados en los 10 días previos no presentaron correlación alguna con la densidad de fitoplancton.

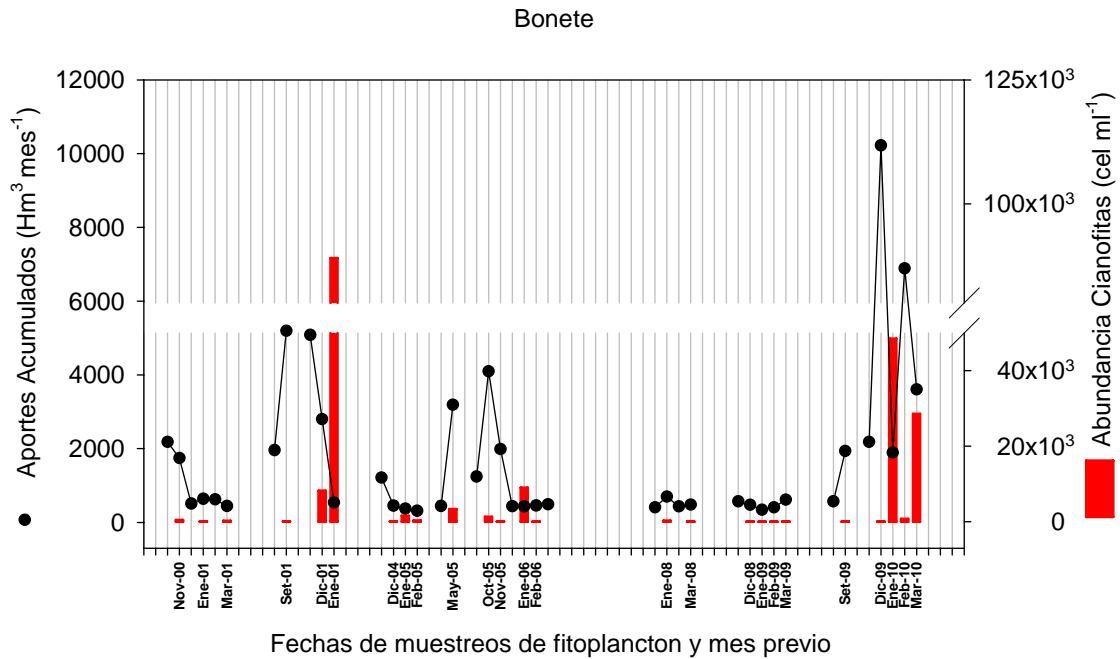


Figura 4.5. Variación de los aportes previos acumulados y la abundancia de cianofitas, en Bonete.

En Bonete (figura 4.6), la correlación entre los aportes previos acumulados y la abundancia de cianofitas fue altamente significativa ( $r=0.55$ ,  $p=0.003$ ,  $n=26$ ) mejorando ( $r=0.92$ ,  $p<0.001$ ,  $n=25$ ), si omiten las observaciones correspondiente a noviembre de 2005 y enero 2002 (círculo azul y círculo rojo respectivamente, figura 4.6), que se apartan del resto de los datos. Esta última observación nos llamó la atención respecto a que el período considerado como de aportes previos (60-30 días antes del muestreo), podría ser ampliado ya que la floración registrada en enero de 2002 podría estar relacionada con los ingresos sucedidos entre el 15 de octubre y el 13 de noviembre, que superaron los  $5000 \text{ Hm}^3$ . Los aportes pueden ser considerados como la principal fuente de nutrientes frescos al sistema, sin los cuales la comunidad de fitoplancton podría verse limitada. Sin embargo la falta de continuidad en la base de datos no nos permite desarrollar por el momento un modelo para más preciso ni determinar a partir de que momento los aportes previos podrían tener consecuencias en las floraciones de verano.

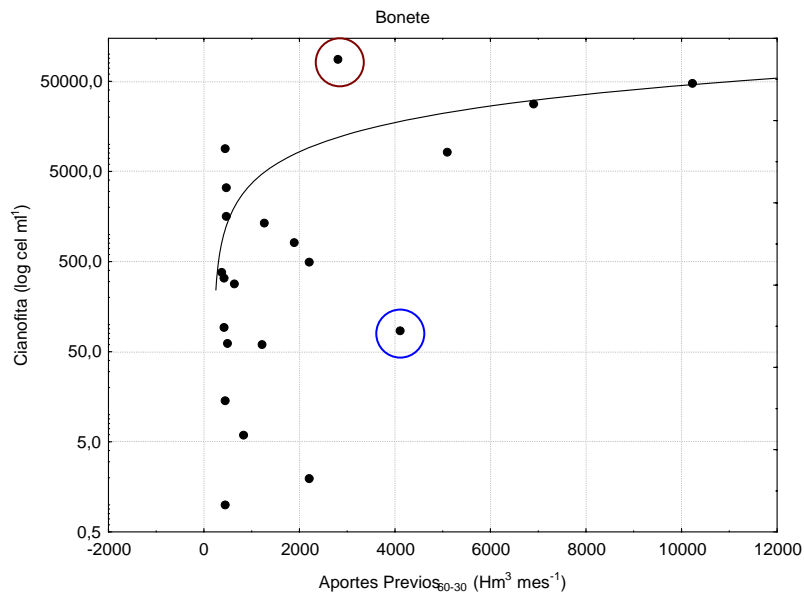


Figura 4.6. Relación de los aportes previos acumulados y la abundancia de cianofitas en Bonete

Por otra parte resulta evidente que no solo los aportes previos determinan la aparición de las floraciones, aunque éstos parecerían jugar un rol muy importante. En caso de que los aportes hayan ocurrido en tiempo y forma es decir previo al verano y con una magnitud adecuada, las condiciones posteriores del embalse serán las que determinen la aparición o no de las floraciones de cianofitas. Entre estas condiciones resaltan en el análisis de componentes principales (ACP, figuras 4.7, 4.10 y 4.13), la temperatura y la transparencia del agua. Esta última a su vez se encuentra determinada por el tiempo de residencia del agua y la sedimentación de los materiales suspendidos en la columna de agua. Para ello es imprescindible que los aportes hayan disminuido y el tiempo de residencia aumentado, en cuyo caso es muy probable la ocurrencia de una explosión de las cianofitas. Esta sería la explicación a la observación de noviembre de 2005 (círculo azul) y verano 2006. Si bien noviembre de 2005, se relaciona con altos aportes previos, éstos se mantuvieron hasta la fecha del muestreo (total acumulado en los 30 días anteriores al muestreo aproximadamente =  $2000 \text{ Hm}^3 \text{ mes}^{-1}$ ), lo que sumado a las relativamente bajas temperaturas del agua del verano 2006 (enero = 25.2 febrero=26.2, marzo=24.5), explicaría la ausencia de floraciones en el verano de 2006.

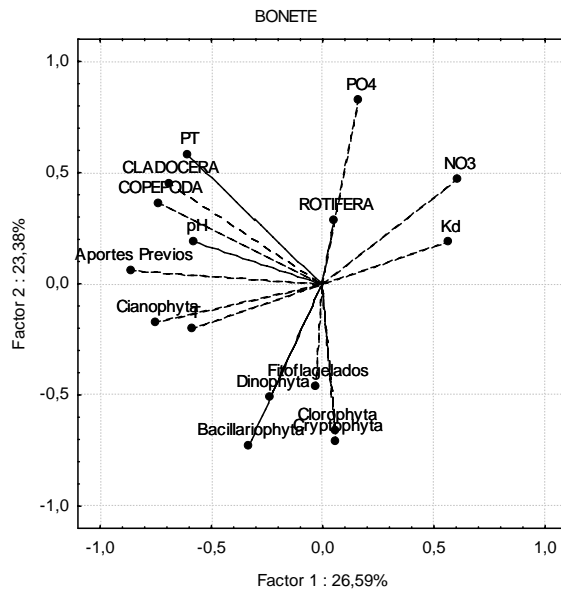


Figura 4.7. Correlación de las variables fisicoquímicas con los dos primeros factores del ACP, embalse Bonete.

La dinámica descrita para el embalse de Bonete es muy similar a la encontrada en Baygorria. El principal aporte de agua y materiales a Baygorria es la descarga de Bonete. Por otra parte las características morfométricas de Baygorria determinan una baja capacidad de manejo de dichos aportes, lo que genera un tipo de funcionamiento acoplado a los caudales vertidos por Bonete. Estos factores explicarían que los máximos de cianofitas hayan sido registrados en los mismos períodos en ambos embalses (figura 4.8).



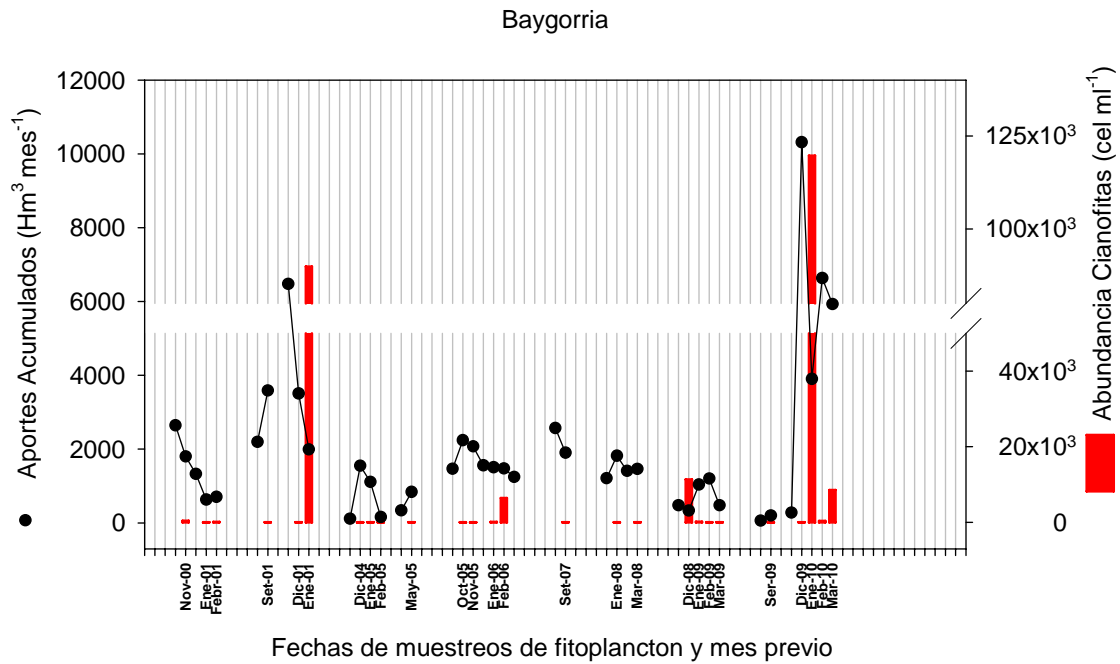


Figura 4.8. Variación de los aportes previos acumulados y la abundancia de cianofitas, en Baygorria.

Los aportes previos se correlacionaron positivamente con la abundancia de cianofitas ( $r=0.65$ ,  $p<0.001$ ,  $n=26$ ), correlación que aumenta ( $r=0.65$ ,  $p<0.001$ ,  $n=25$ ), si no se toma en consideración el punto indicado con círculo azul en la figura 4.9. Esta observación corresponde a diciembre de 2001, mes que se recibió altos aportes externos previos ( $6400 \text{ Hm}^3 \text{ mes}^{-1}$ ), pero que en el mes del muestreo aun se mantenían relativamente altos ( $3500 \text{ Hm}^3 \text{ mes}^{-1}$ ) y que además presentaba baja temperatura para esta época  $23^\circ\text{C}$  y alta turbidez ( $K_d = 3.4 \text{ m}^{-1}$ ). En forma similar a lo argumentado para Bonete se podría señalar que estos factores no favorecieron el desarrollo de cianobacterias en este mes, a pesar de los aportes previos y la época del año. Esto también se fundamenta al igual que en Bonete en los resultados obtenidos en ACP (figura 4.10), donde se aprecia la ubicación conjunta de Cianofitas, Aportes previos y temperatura, con correlación negativa al factor 1 y 2, opuestos al  $K_d$ .

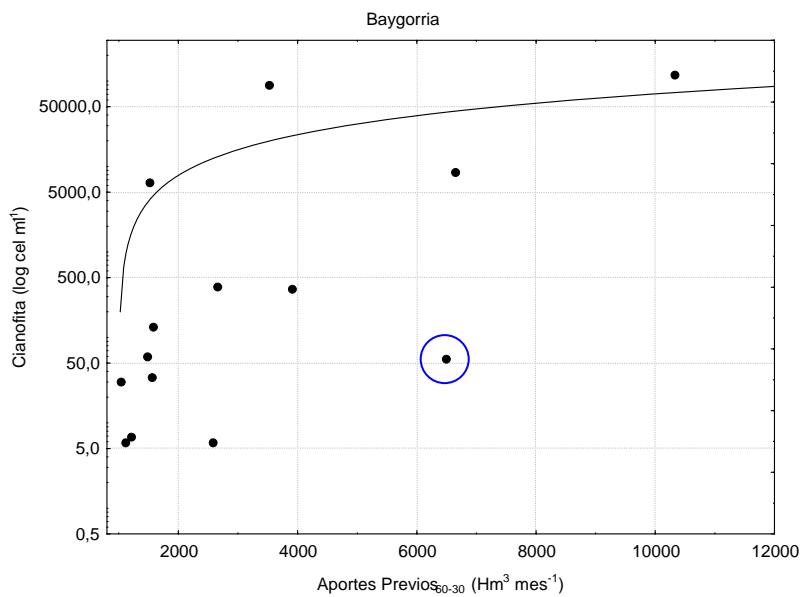


Figura 4.9. Relación de los aportes previos acumulados y la abundancia de cianofitas en Baygorria

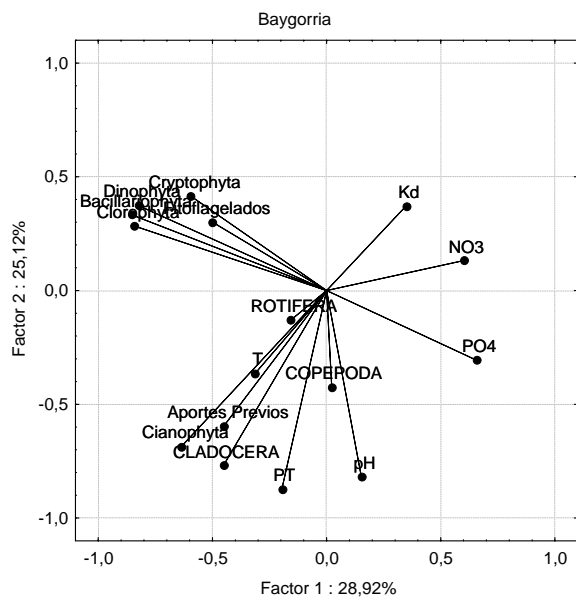


Figura 4.10. Correlación de las variables fisicoquímicas con los dos primeros factores del ACP, embalse Baygorria.

En Palmar el patrón de variación de las cianofitas y de los aportes previos, fue similar al registrado en Bonete y Baygorria, pero con grandes diferencias en las máximas abundancias registradas (figura 4.11). Estas variables también se correlacionaron significativamente ( $r=0.76$ ,  $p<0.001$ ,  $n=26$ , figura 4.12), indicando una dinámica de aportes previos seguidos de floraciones en caso que las condiciones de luz y temperatura sean favorables (figura 4.13).

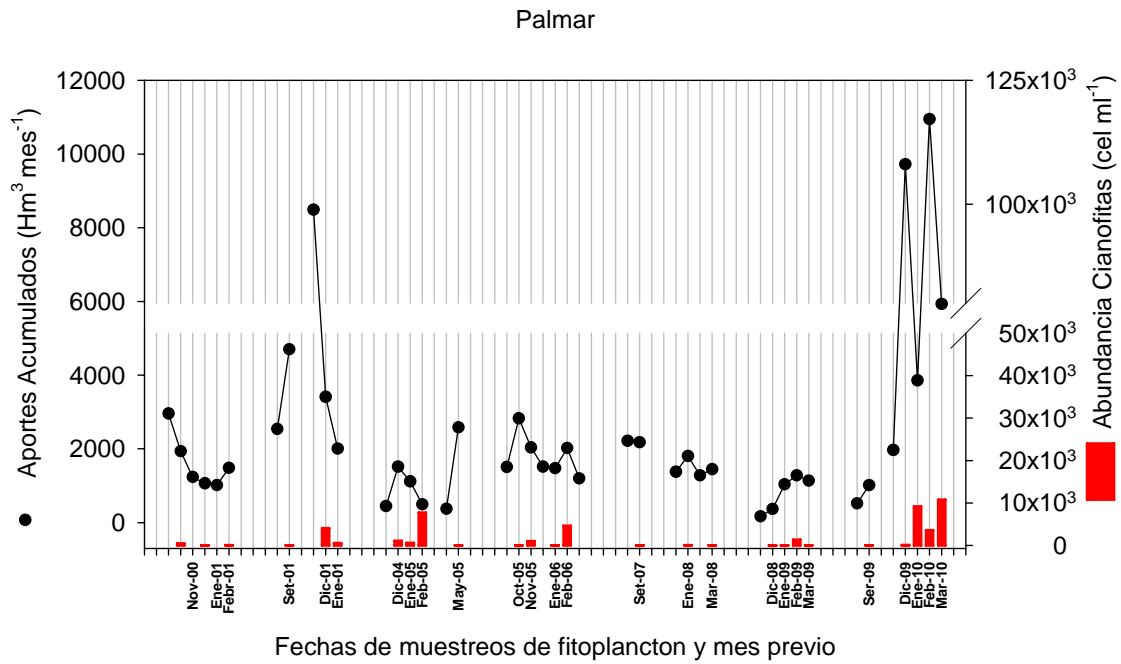


Figura 4.11 Variación de los aportes previos acumulados y la abundancia de cianofitas en Palmar.

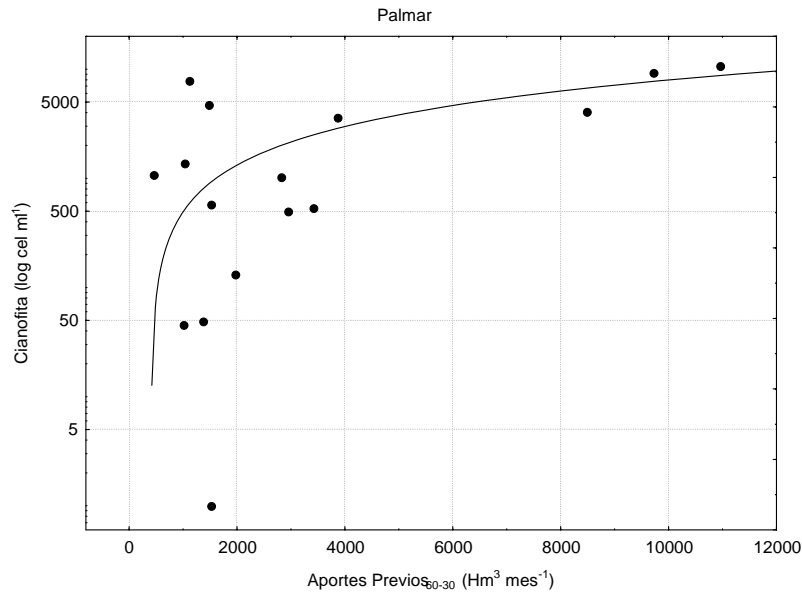


Figura 4.12. Relación de los aportes previos acumulados y la abundancia de cianofitas en Palmar

Sin embargo el ACP de este embalse indicó una menor influencia de la transparencia del agua, lo que estaría relacionado con una menor limitación lumínica en este sistema. Para explicar la mayor transparencia del agua en Palmar, verificada por los valores promedios de  $K_d$  en los tres embalses (figuras mn,kf,y gfh), podríamos hipotetizar que hay un menor aporte de sólidos suspendidos debido a los procesos de sedimentación previa en los otros 2 embalses aguas arriba y a que el agua proveniente del río Yi es menos colorida y posee menor concentración de sólidos suspendidos.

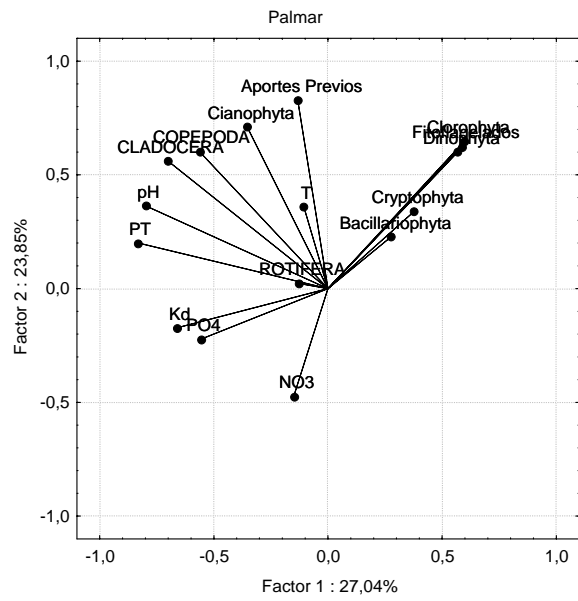


Figura 4.13. Correlación de las variables fisicoquímicas con los dos primeros factores del ACP, embalse Palmar

## Bibliografía

Bonilla, S. 1997. Composición y abundancia fitoplanctónica de tres embalses en cadena sobre el río Negro, Uruguay. *Iheringia, Ser. Botanica*, Porto Alegre, 49: 47-61.

Brooks, J and Dodson, S. 1965. Predation, body size, and the composition of the plankton. *Science*. 150: 28-35.

Carvalho, M. 1975. A represa da Americana: aspectos fisicoquímicos e variacao das populacoes Copepoda Cyclopoida de vida livre. Ph.D. Teis, Inst. Bioc. Univ. Sao Paulo.

Chalar, G., L. De León, R. De León, D. Fabián y J. Gorga. 1993. Evaluación de la eutrofización del Embalse de Salto Grande. Análisis de las relaciones entre los parámetros físico-químicos y biológicos. Informe Final de la primer etapa. CTM-SG/Universidad de la República – Facultad de Ciencias - Sección Limnología. 30p

José de Paggi, S. 1996. Rotifera (Monognata) diversity in subtropical waters of Argentina. *Annl. Limnol.* 32(4): 209-220.

Koste, W. and José de Paggi. 1982. Rotifera of th Superorder Monogonta recorded from Neotropics. *Gewass. Abwass.*, 68/69: 71-102.

Krammer, K & Lange-Bertalot. 1991. *Süßwasserflora von Mitteleuropa: Bacillariophyceae 3. Teil Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, Band 2/3*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, Hrsg. von H. Ettl., J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer. begründet von A. Pascher.

López C, Villalobos M, González EJ. 2001. Estudio sobre el zooplancton de los embalses de Venezuela: Estado actual y recomendaciones para futuras investigaciones. *Ciencia* 9: 217-234.

Margalef, R. 1983. 1983. *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona.

Matsumura-Tundisi, T. and Tundisi, J.G. 1976. Plankton studies in a lacustrine environment. I Preliminary data on zooplankton ecology of Broa Reservoir. *Oecologia (Berl)* 25: 265-270.

O'Farrell, I & Izaguirre I. 1994. Phytoplankton ecology and limnology of the River Uruguay Lower Basin (Argentina). *Arch Hidrobiol.*, 112: 155-179.

Pérez, M del C. 2002. Fitoplancton del río Negro, Uruguay *LIMNETICA* 21(1-2): 81-92.

Quirós, R. y Luchini L. 1982. Características limnológicas del embalse de Salto Grande III: Fitoplancton y su relación con parámetros ambientales. *Rev. Asoc. Cs. Nat. Lit.*, 13 (1): 49-66.

Rocha, O., Sendacz, S. and Matsumura Tundisi, T. 1995. Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs of Brazil. *In Limnology in*

Brazil. Tundisi, J. Bicudo, C., Matsumara-Tundisi, T. (Eds). Río de Janeiro, p. 151-16.

Rocha, O., Matsumara-Tundisi, T. Espíndola, E. Roche, K. & Rietzler, A. 1999. Ecological Theory applied to reservoir zooplankton. p. 457-476. In Theoretical Reservoir Ecology and its Applications. Tundisi & Straskraba, Eds. I.E.E. Brasil, Sao Carlos.

Scendacz, S.; E. Kubo y M. Cestarolli. 1985. Limnología de reservorios do sudeste do Estado de Sao Paulo, Brazil. VIII. Zooplancton. *B. Inst. Pesca* 12 (1): 187-207. Indicadores de eutrofización.

Tundisi, J. G. & Matsumura-Tundisi, T. 1992. Eutrophication of lakes and reservoirs: A comparative analysis, case studies, perspectivas. In: *Algae und Environrment: A general approach*. Cordeiro-Marino, M., de Paiva Azevedo, M. T.; Leite Sant'Anna, C., Yamaguishi Tomita, N. & Plastino, E. M. (eds.): 1-33. Sociedade Brasileira de Ficología, Sao Paulo, Brasil.

Tundisi, J.G., T. Matsumara-Tundisi, R. Henry, O. Rocha y K. Hino. 1988. Comparação do estado trófico de 23 reservatórios do Estado de Sao Paulo: Eutrofização e manejo. En: Tundisi, J.G. (Ed.). *Limnologia e Manejo de Reservatorios*. V. 1, T. 1. Universidad de Sao Paulo.

Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, 9: 1-38.

Zago, M. 1976. The plancktonic Cladocera (crustacea) and aspects of the eutrofication of Americana reservoir. Brazil. *Bolm. Univ. S. Paulo. 1: 105-145*.