

BIOMASA Y PRODUCTIVIDAD DE *POTAMOGETON STRIATUS* R. & P. EN CANALES DE DESAGÜE DEL VALLE BONAERENSE DEL RÍO COLORADO (BUENOS AIRES - ARGENTINA).*

Ricardo L. VICARI y Graciela S. ROVETTA **

SUMMARY: Biomass and productivity of *Potamogeton striatus* R. & P. in drainage channels in the Colorado River Valley of Buenos Aires Province (Argentina).

The biomass and Net Primary Productivity (NPP) of a community of *Potamogeton striatus* was measured during 15 months from October 1977 to December 1978, in the drainage channels of the irrigation system of the Bonaerense valley of the Colorado River (Partidos de Villarino y Patagones) of Buenos Aires Province.

Biomass was measured by periodic harvests. NPP was evaluated by an indirect method which took into account only significant changes in biomass between consecutive harvests.

The biomass of *P. striatus* increase until a maximum of $1,068.1 \pm 81.5$ g. dry weight m^{-2} in the summer.

During the summer of 1978, the channels were weeded-off mechanically. The NPP attained a maximum of 8.2 g. dry weight m^{-2} day $^{-1}$ before the weeding-off (January 1978), and a maximum of 24.7 g. dry weight m^{-2} day $^{-1}$ in the late spring of 1978.

INTRODUCCIÓN

Las plantas acuáticas, que en condiciones favorables forman probablemente las comunidades vegetales más productivas (Westlake, 1968), constituyen un problema para la agricultura cuando en zonas de riego artificial obstruyen las vías de ingreso o egreso de agua.

* Investigación subsidiada por la C. I. C. Provincia de Bs. As., dentro del Plan CORFO-Río Colorado.

** Becarios de la C. I. C. Provincia de Buenos Aires. Cátedra de Ecología Vegetal. Fac. Cs. Nat. y Museo de La Plata.

ECOSUR	Argentina	ISSN 0825-108X	v.10	n.19/20	pág. 47-60	1983
--------	-----------	-------------------	------	---------	---------------	------

Esta investigación se realizó a los fines de conocer la marcha anual de la biomasa y la Productividad Primaria Neta (PPN) de una comunidad de *Potamogeton striatus*, como paso previo a la implementación de estrategias tendientes a controlar su acción obstructiva sobre los canales. Esta especie, y una comunidad de algas de la familia *Characeae* crecen en la totalidad de los canales de desagüe de este sistema de riego, que tiene una longitud aproximada de 400 km y sirve a 700.000 ha.

Los canales son parte del sistema de riego del Valle Inferior del Río Colorado entre los paralelos de 39° 10' y 39° 55' y los meridianos de 62° 05' y 63° 55', en los partidos de Villarino y Patagones (Pcia. de Buenos Aires) (Fig. 1). Su sección transversal es trapezoidal, con la base mayor hacia arriba, siendo su profundidad aproximada de 2,5 m y el ancho en sus orillas variable desde 3m en los canales secundarios hasta 10 m en los principales. Las paredes están construídas con pendientes de aproximadamente 45°.

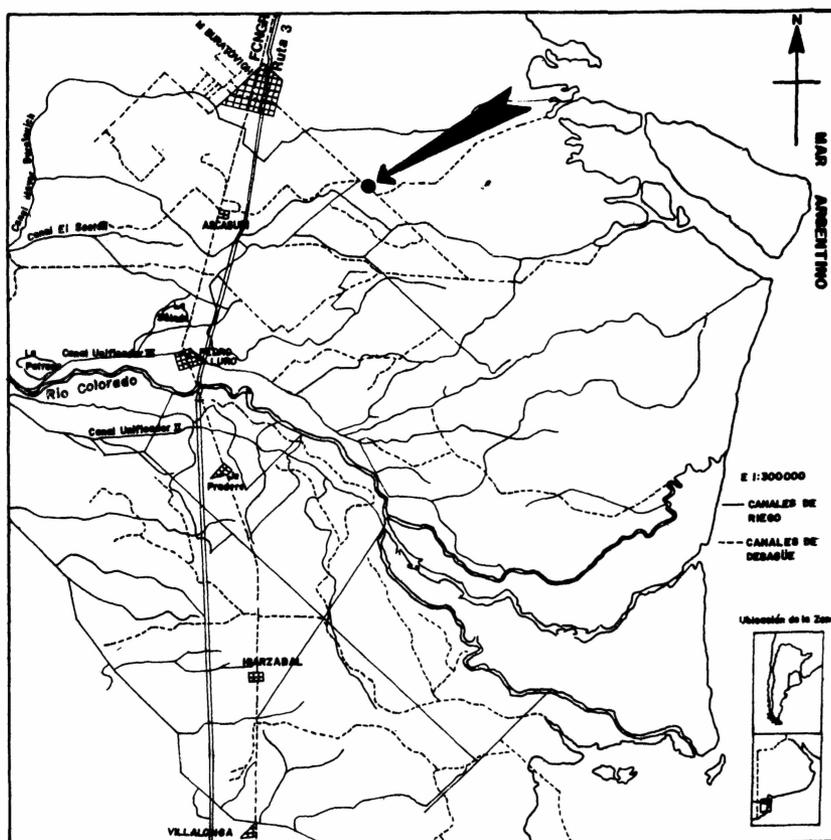


Fig. 1. Mapa de la zona de riego del Valle Inferior del Río Colorado. La flecha indica el lugar donde se realizaron los muestreos.

El nivel del agua varía según las épocas del año desde 50 cm en invierno hasta alcanzar un máximo en los meses de verano de 170 cm, y la velocidad de la corriente es baja, variando en la superficie del agua desde 0,1 m.seg⁻¹ cuando el canal contiene gran cantidad de "malezas", hasta 2,5 m.seg⁻¹ después de su limpieza mecánica.

La cantidad de sales disueltas en las aguas del canal en las zonas donde se implanta la comunidad de *P. striatus*, expresadas en g/l de residuo sólido total (Ing. Agr. Peinemann, com. pers.) varían desde 7 g/l en noviembre a 16 g/l en julio con promedio anual de 12 g/l, lo que permite clasificar estas partes de los canales como mesohalina-oligopoiquihalina, según el sistema de Aguesse modificado (Ringuelet *et al.*, 1967). La relación $Ca + Mg / Na + K$ varía de 0,1 en noviembre a 0,28 en mayo y los pH máximo y mínimo son 8,1 y 7. Todos estos valores corresponden a un año de observación (1977), con valores promedio de 2 muestras quincenales.

La ausencia de turbidez facilita la penetración de la luz en el agua hasta el lecho de los canales, a menos que la presencia de las "malezas" lo reduzca.

El origen de la construcción de los canales se debió a la necesidad de resolver los problemas creados por el drenaje restringido, provocado por algunos suelos con horizontes o capas de materiales compactados o de textura arcillosa, que impiden el movimiento descendente del agua, unido a la presencia de aguas salobres y a los efectos de un riego continuo e incontrolado (Cappannini y Lore, 1966). Estas vías de agua actúan acelerando el drenaje de los depósitos de agua subsuperficiales ya que son construidos de manera que su fondo esté por debajo del nivel de aquellos. La zona en la que se encuentra el sistema es llana, con pendientes extremadamente pequeñas (0,002%) que determinan el movimiento lento de las aguas en los canales los que son fácilmente obstruidos por el rápido crecimiento de las "malezas". Estas, al elevar el nivel del agua circulante anulan la acción drenante ya mencionada.

El tipo de clima de la zona, según la clasificación de Thornthwaite (1948) (Burgos, J. J. y Vidal, A. L., 1951), es: D B₂ d a', semiárido, mesotérmico, sin exceso de agua en ningún mes del año y con una concentración estival de la eficiencia térmica inferior al 48%. Las precipitaciones son escasas (478 mm anuales) siendo el mes más lluvioso febrero, con 58,2 mm. La temperatura media anual es de 14,5°C, teniendo los meses de abril hasta noviembre, temperaturas mínimas absolutas inferiores a 0°C (Rodríguez Casal, 1976). En la mayor parte del año la evapotranspiración potencial es muy alta y supera a las precipitaciones (Fig. 2), lo que obliga a tomar precauciones especiales con el riego para evitar el ascenso de sales a las capas superiores del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con anterioridad a la iniciación del muestreo, se notó, en una observación preliminar, la presencia de dos zonas de vegetación diferentes. Estas zonas ocupan tramos de canal de longitudes variables, una formada por una sola especie *Potamogeton striatus* (potamogetonaceae), y la otra integrada por algas de la familia Characeae.

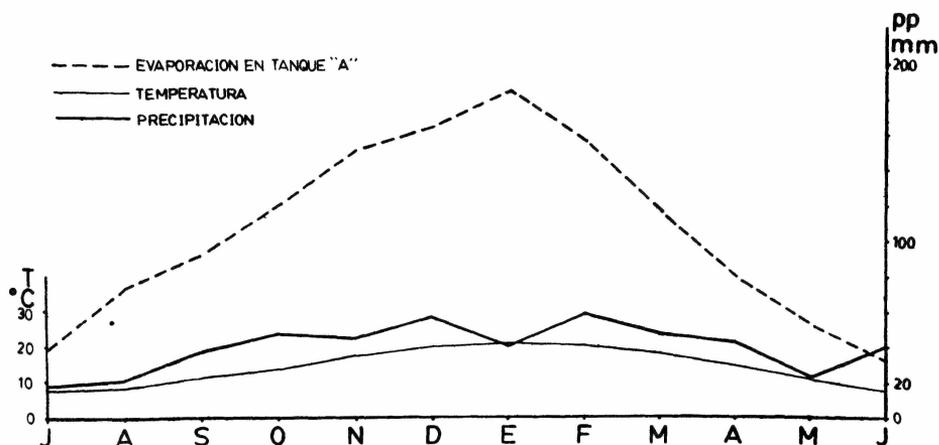


Fig. 2. Representación gráfica de los elementos climáticos importantes para la vegetación.

Ambas comunidades se alternan en los canales por tramos de varios kilómetros de longitud, respondiendo, posiblemente, a distintas condiciones en la construcción de los mismos y a los aportes de agua que vuelcan los ramales afluentes, produciendo mayores caudales y velocidad de corriente en unas zonas con respecto a otras. Esta investigación se refiere a la primera de las comunidades mencionadas y todos los muestreos fueron realizados en un sector de los canales que se consideró representativa de las condiciones generales de los mismos (Fig. 1).

a - Biomasa

Si bien en macrofitas acuáticas la distribución de la vegetación frecuentemente no es al azar, "siendo al mismo tiempo contagiosa y relacionada con gradientes tales como aumento de la profundidad" (Westlake, 1965), en esta oportunidad se vio que las plantas ocupaban toda la superficie del canal sin dejar zonas descubiertas, quizás como consecuencia de la homogeneidad biotópica provista por la obra artificial, por lo que era posible aplicar los métodos estadísticos normales para estimar la biomasa por cosecha; se obtuvo en cada caso un promedio de biomasa por m^2 , y se fijó como propósito que el error porcentual del promedio para el 95% de probabilidad fuera inferior al 20%.

El número de unidades de muestreo se determinó con la fórmula propuesta por Milner y Hughes (1970). Esta fórmula se aplicó en cada muestreo en el campo para extraer el número exacto de unidades, cosechándose mensualmente entre 10 y 20 muestras.

La cosecha se realizó entrando al canal con botas del tipo "wader" y colocando un aparato prismático rectangular de 50 x 100 cm de base y 40 cm de altura, sin fondo ni tapa, hasta que apoyara en el lecho del canal. Todo el ma-

terial que quedaba encerrado dentro de los límites del rectángulo era retirado y colocado dentro de bolsas de "voile" de 40 x 60 cm.

A cuatro meses de iniciado el muestreo, los canales fueron limpiados con maquinarias que eliminaron la totalidad del material vegetal presente. Al reiniciarse el crecimiento, cuatro meses después, se observó que las plantas crecían en grupos. Este hecho nos obligó a cambiar el enfoque del muestreo, ya que de continuar con el mismo sistema hubieran aparecido gran cantidad de muestras sin plantas, dando origen a una alta frecuencia de ceros en la distribución de frecuencias, con los consecuentes problemas estadísticos. Para resolver esto, se realizó una estratificación del muestreo, limitando el mismo a las áreas que tenían plantas; se determinó de este modo una biomasa media por unidad de área (\bar{X}) ocupada por plantas, y también el porcentaje de superficie que esta biomasa ocupaba (C) (Tabla III). Finalmente, este dato pudo ser expresado como biomasa por unidad de área total, mediante la siguiente fórmula (Westlake, 1965 *l. c.*):

$$X = \frac{\bar{x} \cdot C}{100}$$

Las muestras extraídas se sometieron a los siguientes procesos:

- 1- *Centrifugado*: Dentro de las bolsas de colección a 3000 r.p.m. durante 5 minutos en secarropa centrífugo (Edwards y Owens, 1960).
- 2- *Peso fresco*: En balanza de doble plato con 1 g de precisión cuando fueron menores de 2000 g y, cuando superaban este peso, en balanza tipo reloj con 25 g de precisión. Una alícuota de aproximadamente el 10% de cada muestra fue separada, pesada y colocada en una bolsa de papel.
- 3- *Peso seco*: Las alícuotas se secaron en estufa, a 105° C, hasta peso constante y luego se pesaron en una balanza electrónica con 0,01 g de precisión, refiriendo su relación peso seco/peso fresco al total del peso fresco inicial.

b - Estratificación de la Biomasa

La distribución vertical de la biomasa fue evaluada mediante la extracción de 10 plantas de tamaño similar, que eran medidas y cortadas en segmentos de 20 cm; éstos eran pesados para obtener un peso promedio por planta y por segmento y calcular el porcentaje de cada segmento respecto del peso total. Este porcentaje fue considerado representativo del porcentaje de biomasa del estrato correspondiente, ya que las plantas crecen erectas hacia la superficie aunque algo inclinadas en el sentido de la corriente.

Finalmente, este porcentaje permitió calcular la biomasa presente en cada estrato a partir de la biomasa total obtenida por la cosecha del mes correspondiente.

c - Productividad Primaria Neta (PPN)

Debido a las grandes dificultades que presenta la evaluación de las pérdidas y consumo de material vegetal producido entre dos muestreos consecutivos, que necesariamente debe ser hecha para estimar la Productividad Primaria Neta, ésta no fue realizada; se midió solamente el crecimiento neto de la vegetación, excluyendo el sistema de fijación, o Productividad Sumergida Neta, de manera análoga al concepto de Woodwel y Whittaker, (1968).

Para su determinación se utilizó un método indirecto (Vollenweider, 1974) que llega a determinar la PPN por los cambios significativos producidos en la biomasa entre dos períodos consecutivos de muestreo. La significancia de las diferencias se estableció con un test de T (Lamotte, 1965).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a - Biomasa

El término biomasa, en este trabajo, fue usado como lo define Westlake (1965) para trabajos botánicos, no considerándose las partes subterráneas y teniendo sólo en cuenta las estructuras vegetales sumergidas. Si bien las partes subterráneas tienen gran importancia en la biomasa, variando desde 0-50% según las especies, y son de mucho interés ecológico (Westlake, 1963, Wetzel, 1965). No obstante, las dificultades metodológicas que se presentan para su estimación nos llevaron a no considerarlas.

La comunidad estudiada, que ocupa aproximadamente el 18% de los canales principales de drenaje, fue muestreada desde octubre de 1977 hasta diciembre de 1978, con una interrupción entre febrero y mayo de 1978 debida a la eliminación de la vegetación por limpieza mecánica.

Los datos obtenidos en tres muestreos previos al mes de febrero (Fig. 3 y Tabla I) mostraron un aumento considerable en la biomasa, que duplicó su peso fresco en el período de 73 días comprendido entre el 26-10-77 (1507 g. m⁻²) y el 9-1-78 (3123 g. m⁻²) y triplicó su peso seco (de 174,7 a 580,4 g. m⁻²).

El crecimiento, luego de la limpieza de los canales realizada en febrero, se inició en abril con las características ya mencionadas, pero como los manchones de vegetación eran muy pequeños no se extrajeron muestras hasta el mes de mayo. Desde este último mes en el que la biomasa fue de 19,4 g de peso seco . m⁻² hasta la finalización del muestreo de diciembre, la masa vegetal fue en aumento, alcanzando valores de peso fresco que superaron los 6000 g. m⁻² y 1068,1 g de peso seco . m⁻². Debido a que en el mes de noviembre la cobertura vegetal alcanzó el 100% de la superficie del canal, los muestreos continuaron realizándose en la totalidad del canal.

Con respecto a la estratificación de la biomasa, esta comenzó a medirse en diciembre de 1977. En los dos muestreos de los que se tienen datos antes de

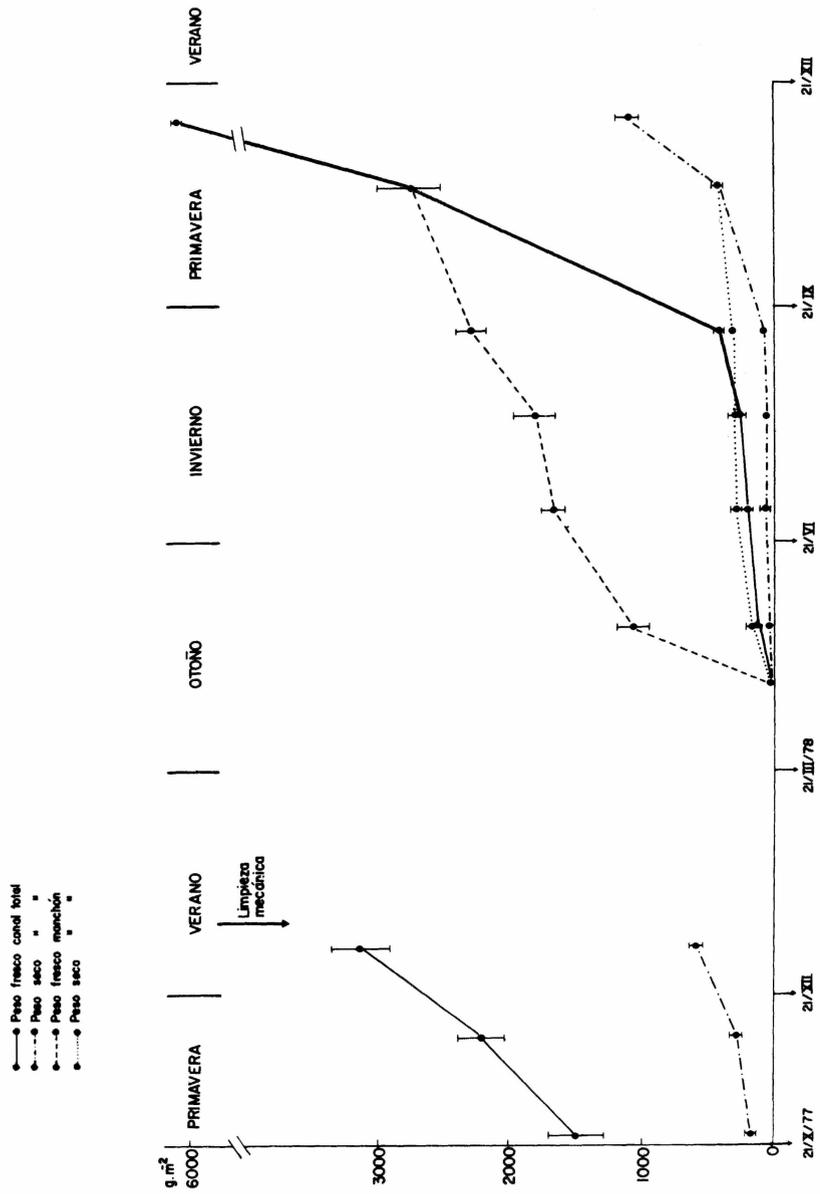


Fig. 3. Cambios producidos en la Biomasa de *P. striatus* durante el periodo de estudio.

la limpieza, se observó (Tabla II y Fig. 4) que aproximadamente el 45% de ella se encontraba en los 40 cm superiores de la capa de agua, correspondiendo de esta cantidad el 9% a flores y frutos. También se apreció que en los primeros 60 cm superficiales se encontraba el 60% de la masa vegetal y desde esa profundidad hasta el lecho del canal el 40% restante: esta última zona presenta hojas viejas de las plantas en un 11 y 5% en los meses de diciembre y enero, respectivamente. Con posterioridad a la limpieza, en el mes de junio, aproximadamente el 80% de la biomasa se encontraba entre los 40 y 80 cm de altura, y el 20% restante desde los 40 cm hasta el lecho del canal. En setiembre, si bien el porcentaje entre los 40-80 cm disminuyó hasta el 60% y el de los 40 cm basales permaneció constante, se observó que un 20% de la biomasa se dispuso entre los 80 y 100 cm superiores, correspondiendo al crecimiento terminal de las plantas. En todos los casos la altura de las plantas coincidía con la altura del estrato (Tabla II).

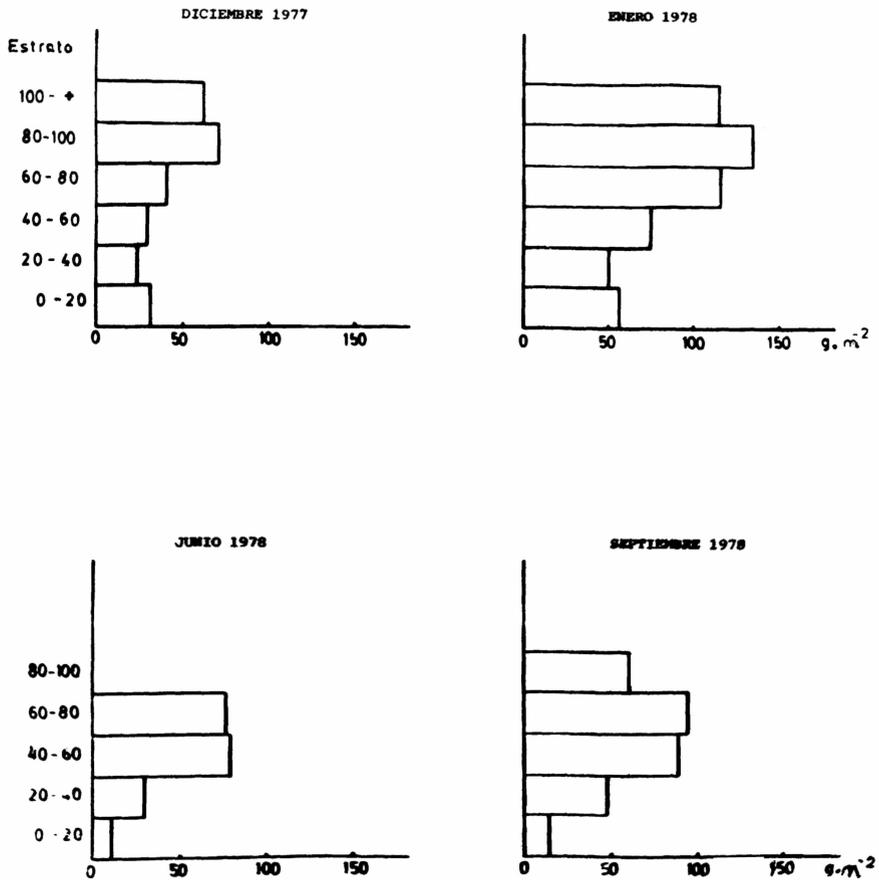


Fig. 4. Estratificación de la Biomasa de *P. striatus* en diferentes épocas del año.

b - Productividad Primaria Neta

La PPN (Tabla IV y Fig. 5) en el primer período estudiado, anterior a la limpieza, fue en aumento, y la tasa diaria de peso seco pasó de $3,1 \text{ g. m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$ a $8,2 \text{ g. m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$; lo que indica una mayor productividad hacia el final del período, atribuible, tal vez, a la mayor superficie fotosintética, ya que la tasa de productividad por gramo de biomasa presente (crecimiento relativo) se mantuvo constante en el período considerado ($0,01 \text{ g. g}^{-1}$).

Después de la limpieza del canal, y en el primer período considerado (24-4 al 17-5), la tasa diaria fue de $0,84 \text{ g. m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$. Si bien fue sensiblemente inferior a las determinaciones anteriores a la limpieza, debe tenerse en cuenta que el crecimiento relativo fue notablemente superior ($0,8 \text{ g. g}^{-1}$). A partir del mes de mayo se observó una disminución de la productividad que se mantuvo hasta principios de setiembre, momento desde el que comenzó un largo período de aumento de la PPN que continuó hasta la finalización del muestreo, y llegó a un nivel de $24,7 \text{ g. m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$ que superó ampliamente al de la misma época del año anterior.

El crecimiento relativo, es decir el aumento de la biomasa por gramo de biomasa presente al iniciarse el período, correspondiente a los manchones y al total del canal (Tabla IV), mostró una caída brusca a partir de un nivel muy alto ($0,8 \text{ g. g}^{-1}$), y se estabilizó en ambos casos en un nivel prácticamente idéntico ($0,01 \text{ g. g}^{-1}$), continuando así hasta mediados de primavera, época en la que la capacidad productiva se multiplicó por 10 ($0,1 \text{ g. g}^{-1}$), pero estuvo muy lejos de alcanzar los elevados valores del crecimiento post-corte que fueron 8 veces más altos ($0,8 \text{ g. g}^{-1}$).

CONCLUSIONES

El aumento de la biomasa en todas las épocas del año (Fig. 3), indica la ausencia de factores ambientales que limiten el crecimiento de *P. striatus* en los canales estudiados.

El valor de PPN alcanzado en diciembre de 1980 ($24,7 \text{ g. m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$) es muy elevado comparado con otros datos de comunidades acuáticas registrados en la literatura (Tabla V), y solamente es alcanzado por una comunidad de *Chara intermedia* del Mar Caspio (Kireeva and Schapova, 1939), y entre las comunidades terrestres, sólo es superada por algunos cultivos de maíz, caña de azúcar o arroz.

Es importante hacer notar que el método de control mecánico utilizado, consistente en el dragado de los canales con rastrillo mecánico, no alcanzó a mantener el canal libre de "malezas" por un período prolongado ya que éstas alcanzaron niveles de biomasa similares a los del momento de corte a los diez meses (noviembre), época en que por las condiciones ambientales la tasa diaria de crecimiento se hace máxima ($24,7 \text{ g. m}^{-2}$), conduciendo a la comunidad a alcanzar niveles de biomasa superiores a los del año anterior en el momento

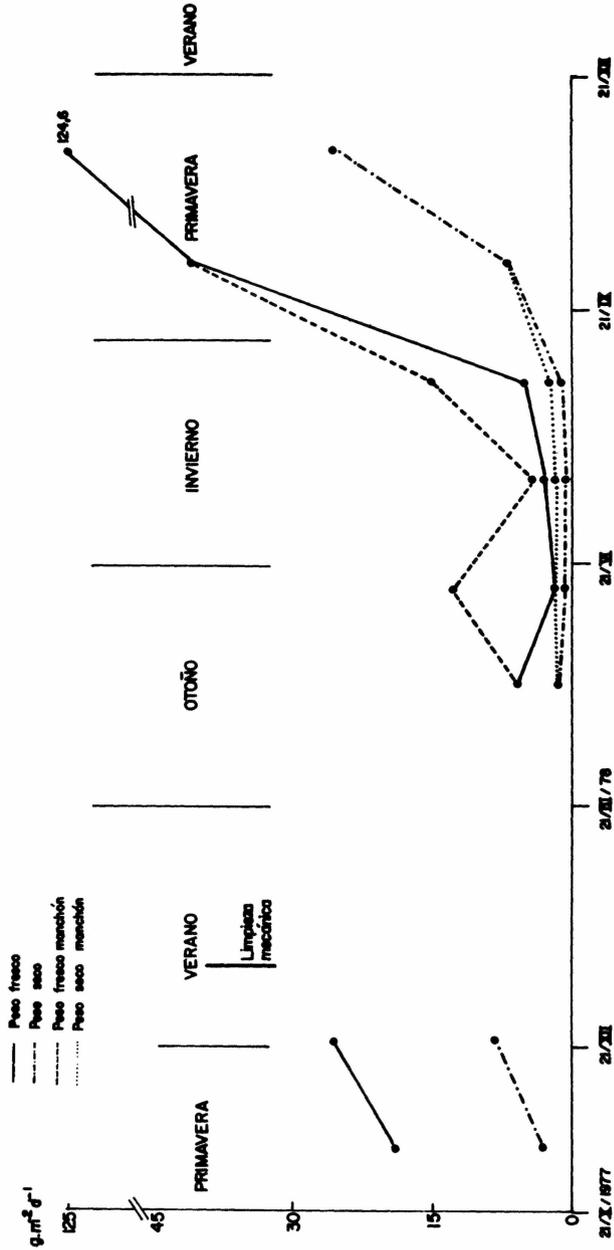


Fig. 5. Cambios producidos en la PPN de *P. striatus* durante el periodo de estudio.

crítico (enero). Debido a esto, sería conveniente realizar ensayos de limpieza de los canales antes del verano (época de mayor crecimiento), para establecer si de esta manera la masa vegetal no alcanza niveles de obstrucción en la época de mayor riego (diciembre a marzo).

TABLA I
Biomasa de *Potamogeton striatus*. (g.m⁻²).

FECHA	PESO FRESCO	PESO SECO
26-X-77	c 1507 ± 213,7	174,7 ± 24,8
5-XII-77	c 2230 ± 170,8	292,8 ± 26,4
9-I-78	c 3123 ± 220,8	580,4 ± 48,9
20-I-78	Limpieza mecánica	
17-V-78	m 1058 ± 111,9	155,6 ± 18,0
	c 132 ± 14,0	19,4 ± 2,4
4-VII-78	m 1658 ± 78,9	227,8 ± 19,9
	c 199 ± 9,5	34,3 ± 2,4
9-VIII-78	m 1783 ± 151,5	268,9 ± 22,8
	c 267 ± 22,7	40,3 ± 3,4
12-IX-78	m 2270 ± 97,5	309,3 ± 14,0
	c 420 ± 18,1	57,3 ± 2,6
8-XI-78	c 2726 ± 240,1	402,3 ± 32,6
5-XII-78	c 6090 ± 29,2	1068,1 ± 81,5

c = canal total; m = manchón

TABLA II
Biomasa por estrato de *Potamogeton striatus* (g. de peso seco.m⁻²).

ESTRATO	DICIEMBRE 1977		ENERO 1978	
	Biomasa	%	Biomasa	%
100 - +	62,9	21,5	114,6	19,7
80 - 100	70,9	24,2	134,6	23,2
60 - 80	39,5	13,5	115,7	19,9
40 - 60	30,0	10,3	76,5	13,2
20 - 40	24,0	8,2	50,9	8,8
0 - 20	32,7	11,9	58,0	10,0
Hojas y tallos viejos	32,6	11,1	30,1	5,2
Total	292,6	100,0	580,4	100,0

TABLA II (continuación)

ESTRATO	JUNIO 1978		SEPTIEMBRE 1978	
	Biomasa	%	Biomasa	%
80 - 100	--	--	62,0	20,0
60 - 80	78,0	39,0	95,0	31,0
40 - 60	80,0	40,0	89,0	29,0
20 - 40	30,0	15,0	49,0	16,0
0 - 20	12,0	6,0	14,0	4,0
Total	200,0	100,0	309,0	100,0

TABLA III
Variación de la superficie de canal cubierto por *P. striatus*

	4-VII-78	9-VIII-78	12-IX-78	8-XI-78
% de Sup. Cubierta	12,5	15,0	18,5	100,0

TABLE IV
Productividad Primaria Neta de *Potamogeton striatus* (g.m⁻².día⁻¹).

INTERVALO	DÍAS	PPN		TASA DIARIA		CREC. REL. g.g ⁻¹
		Pf	Ps	Pf	Ps	
1977						
26-X al 5-XII	38	723'	118'	19,0	3,1	0,02
5-XII- al 9-I	35	894"	288"	25,5	8,2	0,03
20-I-1978		Limpieza mecánica				
24-IV al 17-V	23	m 1058'	156'	46,0	6,8	6,8
		c 132'	19'	6,7	0,8	0,8
17-V al 4-VII	48	m ,600"	131"	12,5	1,5	0,01
		c 67"	15"	1,4	0,0	0,01
4-VII al 9-VIII	36	m 125"	41"	3,5	1,1	0,01
		c 68"	6+	2,0	0,0	0,01
9-VIII al 12-IX	34	m 487"	40+	14,3	1,2	0,01
		c 153"	17"	4,5	0,5	0,01
12-IX al 8-XI	57	c 2306"	345"	40,4	6,0	0,1
8-XI al 5-XII	27	c 3364"	667"	124,6	24,7	0,1

+ = significativo al 80%; ' = significativo al 95%; " = significativo al 99%; c = canal total;
m = manchón.

TABLE V
Valores de Productividad Primaria Neta de distintas comunidades
(tomado parcialmente de Westlake, 1963).

N°	LUGAR	PPN g.m ⁻² .día ⁻¹	AUTOR
1	Dinamarca	2,6-4,2	Johnsen, P. et al. 1962
2	Suecia	0,4-0,7	Rodhe et al. 1958
3	California	15	Golnake et al. 1960
4	Mar Caspio	25	Kireeva and Schapova, 1939
5	Georgia	10	Odum, E. P., 1959
6	Inglaterra	4,2	Edwards and Owens, 1962
7	Florida	7,5	Odum, H. T. 1957
8	Missisipi	7,4-22	Penfound and Earle, 1948
9	Inglaterra	8,8	Ovington, 1956
10	Puerto Rico	17	Golley, Odum and Wilson, 1962
11	Israel(<i>Zea mays</i>)	42	Arrion, 1961
12	Java (<i>Saccharum officinarum</i>)	26	Giltay, 1898

1 a 8 Comunidades Acuáticas; 9 Bosque Deciduo; 10 Selva Tropical Lluviosa.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jorge L. Frangi, por la dirección de las investigaciones y la lectura crítica del trabajo original.

A la Prof. Nuncia M. Tur, por la dirección de las investigaciones.

A la Sra. Patricia Coste por su colaboración en la obtención de los datos de campo.

A las autoridades de la empresa CORFO-Río Colorado por el apoyo prestado en las tareas de campo.

Al Ing. Agr. N. Peinemann, del Dto. Cs. Agr. de la Universidad Nacional del Sur, por facilitarnos las determinaciones químicas del agua de los canales.

BIBLIOGRAFÍA

- BURGOS, J. J. y VIDAL, A. L., 1951. Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. *Meteoros*. Año I N° 1: 8 - 32.
- CAPPANNINI, D. A. y LORES, R. R. 1966. *Los suelos del Valle Inferior del Río Colorado* (Provincia de Buenos Aires) INTA, Colección Suelos, N° 1. 230 p.
- EDWARDS, R. W. y OWENS, M. 1960. The effects of plants on river conditions. I. Summer crops and estimates of net productivity of macrophytes in a chalk stream. *J. Ecol.* 48: 151 - 160.
- LAMOTTE, M. 1965. *Estadística Biológica*. Toray- Masson, Barcelona. 163 p.
- MILNER, C. y HUGHES, R. E. 1970. *Methods for the Measurement of the Primary Production of Grassland*. IBP Handbook N° 6. Second Printing. Blackwell Scientific Publications. 70 p.
- RINGUELET, R. A., SALIBIAN, A., CLAVERIE, E. e ILMERO, S. 1967. Limnología química de las lagunas pampásicas (Provincia de Bs. As.). *Physis* XXVII: N° 74: 201 - 221.
- RODRÍGUEZ CASAL, E. R. 1976. *Estadística Climática 1966-1975 de la estación cooperativa de experimentación y extensión agropecuaria* - Hilario Ascasubi. INTA. Informe Técnico N° 14: 1 - 35.
- TUR, N. M. 1982. Revisión del género *Potamogeton* L. en la Argentina. *Darwiniana*, 24(1-4): 217 - 265.
- VOLLENWEIDER, R. A. 1974. *A manual on methods for measuring Primary Production in Aquatic Environments*. IBP Handbook N° 12, 2nd. Ed. Blackwell Scientific Publications. 225 p.
- WESTLAKE, D. F. 1963. Comparisons of plant productivity. *Biol. Rev.* 38(3): 385 - 425.
- 1965. Theoretical aspects of the comparability of productivity data. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 18 Suppl. 313 - 322.
- WOODWELL, G. M. y WHITTAKER, R. H. 1968. Primary Production in Terrestrial Communities. *Amer. Zool.* 8: 19 - 30.