



informe progresivo

nº
22

Febrero
1996

CULTIVO EXPERIMENTAL DE LA CONCHA DE ABANICO *Argopecten purpuratus* (L.) A DIFERENTES DENSIDADES Y PROFUNDIDADES EN SISTEMA SUSPENDIDO

Rosario Cisneros B. y Juan Argüelles T.

DGIRH-15

El Informe Progresivo es una serie de distribución nacional, que contiene artículos científicos y tecnológicos, con información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos .

Podrá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú - Callao (mimeo)

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)

Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito - Callao.

Apartado 22, Callao - Perú.

Tel. 4297630 - 4299811 Fax. 4656023

E - mail: IMARPE - @amauta-ncp-net.pe

CULTIVO EXPERIMENTAL DE LA CONCHA DE ABANICO *Argopecten purpuratus* (L.) A DIFERENTES DENSIDADES Y PROFUNDIDADES EN SISTEMA SUSPENDIDO

Rosario Cisneros B.¹ y Juan Argüelles T.²
Cultivos Marinos,¹ Dirección de Evaluación de Invertebrados Marinos²

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	3
INTRODUCCIÓN	3
MATERIAL Y MÉTODOS	4
RESULTADOS	5
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	6
AGRADECIMIENTOS	8
REFERENCIAS	9
TABLAS	10
GRÁFICOS	12

RESUMEN EJECUTIVO

Entre los meses de Setiembre de 1992 a Setiembre de 1993, se realizó un experimento de cultivo de Concha de Abanico a diferentes densidades y profundidades en sistema suspendido en la localidad de Pucusana, con el propósito de determinar el efecto de estos parámetros sobre el crecimiento y supervivencia.

La investigación se realizó en tres etapas de cultivo: Inicial (2500, 5000 y 10000 Ejem/Pearl-net); Intermedia (200, 400 y 800 Ejem/Pearl-net) y Final o Engorde (20, 40 y 80 Ejem/piso de linterna).

Los resultados mostraron que en la mayoría de los casos, la densidad no fue un factor muy determinante sobre el crecimiento y supervivencia a diferencia de la profundidad, que tuvo mayor influencia en todos los tratamientos.

INTRODUCCION

La Concha de Abanico *Argopecten purpuratus* (L.), es un recurso de gran importancia comercial, presenta una alta demanda en el mercado interno y externo.

El presente trabajo pretende determinar la influencia de la densidad y profundidad, así como el efecto de algunos parámetros abióticos sobre el crecimiento y supervivencia en el cultivo de esta especie.

MATERIAL Y METODOS

El experimento se realizó en la playa "El Carbón", Pucusana (60 Km al Sur de Lima 13° LS), durante los meses de Setiembre de 1992 a Setiembre de 1993.

Se instaló un long-line de 50 m de longitud en una zona de 23 m de profundidad, en el que se colocaron los sistemas de crianza con ejemplares producidos en la "eclojería" del IMARPE, los cuales presentaban una talla promedio de 2.5 mm al inicio del experimento.

El trabajo se dividió en tres etapas, en las que se utilizaron 3 densidades: Cultivo Inicial (2500, 5000 y 10000 Ejem/Pearl-net), Cultivo Intermedio (200, 400 y 800 Ejem/Pearl-net) y Cultivo Final (20, 40 y 80 Ejem/piso de linterna); cada densidad se colocó a profundidades de 7, 12 y 17 m.

En la etapa de cultivo inicial se determinó la tasa de crecimiento y mortalidad para cada tratamiento, durante un mes.

En la etapa de cultivo intermedio, que se realizó durante 3 meses, los ejemplares presentaron una talla promedio de 7 mm. al inicio de esta. Para la estimación de la curva de crecimiento en esta etapa, se utilizó la ecuación de Brody (1927; 1945) (en Ricker, 1975):

$$L_t = a \cdot e^{-Kt}$$

Donde:

L_t	=	Longitud
t	=	Edad
a	=	Constante
K	=	Constante de crecimiento

En la etapa de cultivo final o engorde, que se ejecutó durante 6 meses, se sembraron ejemplares con 30 mm de talla promedio, en linternas de 2 m² de área. Para la estimación de los parámetros de crecimiento, se utilizó la frecuencia de longitudes mensuales, las que fueron analizadas mediante el programa de computación ELEFAN (Gayani et al., 1988).

El valor calculado del peso total se determinó mediante la relación longitud-peso:

$$W = a \cdot L^b$$

Donde:

W	=	Peso individual promedio
L	=	Longitud individual promedio
a y b	=	Coefficiente alométricos

La variación de carga total obtenida por tratamiento, se calculó mediante la siguiente expresión (en Csirke, 1989):

$$B_t = N_0 W e^{-zt} (1 - e^{-K(t-t_0)^3})$$

La tasa de mortalidad en las tres etapas se determinó, mediante la siguiente ecuación:

$$N_t = N_o \cdot e^{-Zt}$$

Donde:

$$\begin{aligned} Z &= \text{Tasa de mortalidad} \\ N_t &= \text{N}^\circ \text{ de sobrevivientes al final del tiempo } t \\ N_o &= \text{N}^\circ \text{ inicial de individuos} \end{aligned}$$

Mensualmente se realizó el mantenimiento del long-line y los sistemas de crianza, para evitar el incremento en peso de los sistemas por exceso de organismos incrustantes.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la etapa de cultivo inicial se presentan en la tabla 1, para el crecimiento en longitud, donde observamos que en la densidad de 5000 individuos a 7 m, se obtuvo el mayor crecimiento. En la tabla 2 se observan los resultados de la tasa de mortalidad, obteniéndose menor tasa en la densidad de 5000 ejemplares a 7 m.

En la tabla 3 se presentan los parámetros estimados de crecimiento en la etapa de cultivo intermedio, observándose que la constante de crecimiento presenta valor más alto en la densidad de 800 ejemplares a 7 m. En la fig. 1 se muestran las curvas de crecimiento en longitud, las que se ajustaron a un crecimiento exponencial y lineal. En la tabla 4, se muestran los valores de la tasa de mortalidad, encontrándose menor tasa en la densidad de 200 ejemplares a 12 m. Al término de esta etapa se encontró una supervivencia de 0% a 17 m. En la fig. 2, se muestran las curvas de supervivencia, donde esta se presenta en forma decreciente, con una tasa variable y no como un parámetro constante.

En la etapa de cultivo final, en la tabla 5 se muestran los valores estimados de la constante de crecimiento y de la talla asintótica, observándose que la constante de crecimiento más alta fue de 2.2 (11.7 mm/mes), en la densidad de 40 ejemplares a 7 m. En la Fig. 3, se muestran las curvas de crecimiento en longitud. Los valores de los coeficientes de la relación longitud-peso se muestran en la tabla 6, observándose mayor incremento de peso en la densidad de 20 ejemplares a 12 m. En la tabla 7 se muestran los valores de la tasa de mortalidad, observándose menor tasa en la densidad de 20 ejemplares a 17m. Las curvas de supervivencia se muestran en la fig. 4, mostrándose esta como un factor variable en forma decreciente. En la Fig. 5, se observan los resultados de la variación de carga total obtenida por m² en cada tratamiento; la mayor carga obtenida sobrepasó los 25 Kg/m², a los 429 días en la densidad de 400 ejem/m² (80 ejem/piso) a 12 m, determinándose sin embargo que la profundidad óptima sería a los 7 m, pues aunque la carga obtenida a esta profundidad fue de 25 Kg/m², el tiempo de cultivo sería solo de 291 días a una talla de cosecha de 70 mm. de altura.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

A) Cultivo Inicial

En esta etapa, no se observó mayor tasa de crecimiento a menor densidad, como habría de esperarse por la mayor disponibilidad de espacio, encontrándose resultados muy variables en casi todos los tratamientos, excepto a 17 m, donde la tasa de crecimiento decreció a medida que la densidad fue mayor, esto se vio influenciado probablemente por que las condiciones abióticas son menos favorables a mayor profundidad, lo que sumado a una densidad alta contribuyó a un menor rendimiento de los ejemplares.

En cuanto a la profundidad se observó una dependencia del crecimiento respecto a ésta, pues los resultados mostraron que a menor profundidad el crecimiento se incrementó en la mayoría de casos, debido probablemente a las mejores condiciones abióticas que se presentan en las capas superficiales.

En relación a la supervivencia, la densidad tampoco presentó una influencia sobre esta, pues los valores de la tasa de mortalidad también fueron variables, sin embargo a 17 m se observó que la tasa de mortalidad aumentó cuando la densidad fue mayor.

Con respecto a la profundidad, la tasa de mortalidad presentó valores más bajos a menor profundidad, debido a las condiciones ya mencionadas.

B) Cultivo Intermedio

En esta etapa, la constante de crecimiento tuvo una tendencia a ser progresivamente mayor a medida que aumentó la densidad de cultivo, únicamente a 7 m, observándose valores variables a los 12m, mientras que a 17 m la constante de crecimiento decreció ligeramente a medida que aumentó la densidad, en términos generales en esta etapa la densidad no presentó mayor influencia sobre el crecimiento.

Estos resultados difieren de los obtenidos por Widman y Rhodes (1991), en un experimento realizado en Long Island (USA) con *Argopecten irradians* en sistema suspendido a diferentes densidades, quienes encontraron que ejemplares de 24-25 mm de talla mostraron un crecimiento dependiente de la densidad cuando esta fue mayor de 2,500/m² (500 ejem/piso).

En relación a la profundidad la constante de crecimiento fue menor a medida que esta aumentó en la mayoría de casos, debido probablemente a las razones expuestas en la etapa inicial.

En cuanto a la supervivencia, en la fig. 2 podemos observar que la mortalidad fue mayor a medida que aumentó la densidad.

Con respecto a la profundidad, en este caso no se observó el mismo patrón de menor mortalidad a medida que aumentó la profundidad, notándose resultados variables, pero con una tasa de mortalidad baja en la profundidad menor en la mayoría de tratamientos; cabe destacar que a 17m, al finalizar esta etapa, se presentó una mortalidad de 100% en todas las densidades, debido probablemente

a los bajos tenores de oxígeno que se registraron durante el mes de Diciembre de 1992, llegando hasta 0 ml/l en las capas más profundas, observándose en las gráficas una caída brusca hacia el final de la etapa de cultivo, sin embargo a menor profundidad se observó una gran resistencia de los individuos, lo que se comprueba al no haberse registrado alta mortalidad.

C) Cultivo Final o Engorde

En esta etapa se observa que el parámetro de crecimiento presenta valores similares en las tres densidades, por lo que concluimos que el crecimiento fue independiente de la densidad; estos resultados difieren de los obtenidos por Ysla et.al. (1988), quienes utilizaron densidades similares a las de esta etapa, en un experimento de cultivo suspendido de concha de abanico a diferentes densidades y profundidades en la Bahía de Paracas, encontrando que individuos sembrados a menor densidad crecieron algo más rápido que los de densidades mayores.

En relación a la profundidad se observó mayor crecimiento a menor profundidad como en las etapas anteriores, lo que coincide con el experimento de Ysla et.al. (1988), quienes atribuyen esto a la mayor temperatura y niveles más altos de oxígeno en las capas superficiales.

Con respecto a la supervivencia, igual que en las etapas anteriores, no se observó que esta dependiera de la densidad, pues los mejores resultados se obtuvieron en la densidad menor y mayor. Hernández y Singh (1988), quienes realizaron experimentos con *Argopecten circularis* también en cultivo suspendido a diferentes densidades en la Ensenada de la Paz, Baja California, señalan que la densidad es causa de mortalidad solo dentro de un estrecho rango y que la causa de mortalidad más importante es la condición fisiológica debilitada en la que quedan los organismos después de un desove y de la cual no son capaces de recuperarse plenamente en las condiciones de cultivo, estas conclusiones están respaldadas por observaciones hechas por Tripp (1985) (en Hernández y Singh, 1988), en un experimento de cultivo también con *A. circularis*.

Durante el tiempo que duró esta etapa no se observaron desoves secuenciales de los ejemplares en cultivo.

En cuanto a la profundidad, a diferencia de las etapas anteriores, las menores tasas de mortalidad se presentaron a las 17 m, excepto en la densidad más alta, con lo cual corroboramos que a profundidades mayores una alta densidad contribuye a que la mortalidad sea mayor, esta mortalidad en capas superficiales pudo estar influenciada por un aumento de organismos incrustantes durante los primeros meses de ejecución de esta etapa, observándose que los sistemas de cultivo se tupían rápidamente por la presencia de estos organismos, lo que sin embargo no pareció interferir con el flujo de agua. El aumento de incrustantes pudo estar relacionado con las condiciones anómalas que se presentaron a lo largo de la costa del Pacífico, provocado por una reactivación del fenómeno "El Niño" en el año 1993 (Boletín de Alerta Climático de Marzo a Junio de 1993, Comisión Permanente del Pacífico Sur-Secretaría General). Nuestras observaciones coinciden con las realizadas por Widman y Rhodes (1991), en el experimento con *A. irradians*, quienes encontraron que los organismos incrustantes no restringieron apreciablemente el flujo de agua a través de las mallas, en ninguno de los tratamientos.

Es posible que las condiciones climáticas que se presentaron favorecieran el crecimiento de los ejemplares, aun de aquellos que se encontraban en sistemas de cultivo cubiertos con mayor cantidad de organismos incrustantes y no pudieron alimentarse bien.

Así mismo Widman y Rhodes (1991), manifestaron que los resultados de los experimentos de densidad, indicaron que el alimento no pareció ser un factor limitante del crecimiento, el que más bien estuvo regulado por la temperatura, coincidiendo con los resultados de Kirby-Smith y Barber (1974) en un experimento en el que evaluaron el efecto del fitoplancton y la temperatura sobre el crecimiento de *A. irradians*.

Al evaluar los tratamientos en función de la carga obtenida, que es lo que en términos económicos interesa al acuicultor, encontramos que la mayor densidad proporcionó mayor carga como era de esperarse. Para determinar la densidad óptima de cultivo que proporcione un mayor rendimiento de producción, no puede tenerse en cuenta solamente el aspecto biológico, es decir el tratamiento que proporcione mayor crecimiento y supervivencia, sino también el aspecto económico, pues los costos de operación e inversión para tratamientos de baja densidad son mayores, lo que no sería rentable. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ysla et.al. (1988), quienes observaron que en función de la capacidad de carga, las ventajas fueron claras para las densidades altas, difiriendo de los resultados reportados por Hernández y Singh (1988), los que observaron que el máximo rendimiento en biomasa fue menor en la medida que se incremento la densidad (las densidades utilizadas por ellos fueron excesivamente altas), debido a que hubo un gran porcentaje de mortalidad en densidades mayores, reduciéndose por esto la cantidad de organismos en cultivo.

Es importante destacar que los resultados obtenidos en este experimento, se circunscriben a las condiciones que presentó la playa "El Carbón" durante la ejecución del experimento y en un futuro sería conveniente realizar este trabajo en otro tiempo y lugar, evaluando más parámetros bióticos y abióticos que puedan influir sobre el crecimiento y supervivencia de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* en cultivo.

Finalmente podemos concluir que en la mayoría de casos, la densidad no fue un factor muy determinante sobre el crecimiento y supervivencia, a diferencia de la profundidad, que tuvo mayor influencia en todos los tratamientos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo financiero del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá, que ha permitido el desarrollo de esta investigación, así mismo a la Dra. Violeta Valdivieso Milla por el asesoramiento para iniciar el trabajo. Al Sr. Rafael Escalante Cassinelli por las facilidades brindadas para trabajar en la concesión marina de la empresa Mariexport S.A. y a todo el personal del proyecto *Scallops* que participó durante los muestreos.

REFERENCIAS

- Csirke B., 1989. Introducción a la Dinámica de Poblaciones de Peces. FAO Documento Técnico de Pesca 192. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur-Secretaría General, 1993. Boletín de Alerta Climático de Marzo a junio de 1993.
- Hernández, A. y J. Singh C., 1988. Rendimientos de producción de "Almeja Catarina" (*Argopecten circularis*) a diferentes densidades de cultivo. Rev. Lat. Acui. Lima-Perú, N° 36 p. 49-88, Junio 1988.
- Kirby-Smith, W. and Barker, R., 1974. Suspensión feeding aquaculture systems: effects of phytoplankton concentration and temperature on growth of the Bay scallop. Aquaculture, 3: 135-145.
- Ricker, W.E., 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of fish populations. Bulletin of the fisheries Research Board of Canada.
- Widman, J.C. and Edwin W. Rhodes, 1991. Nursery culture of the bay scallop, *Argopecten irradians irradians*, in suspended mesh nets. Aquaculture, 99: 257-267. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Ysla, Luis, Victor Venturi y Hugo Nava, 1988. Efectos de la Densidad y Profundidad en la Crianza de la Concha de Abanico *Argopecten purpuratus* en Cultivos Suspendidos. Memorias del 2do. Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. (COLAC-MAR), 17-21 Agosto de 1987, Lima, Perú.

1. CULTIVO INICIAL

Nº indiv.	2500			5000			10000		
Profund.(m)	7	12	17	7	12	17	7	12	17
02.09.93	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
02.10.93	5.4	3.4	4.0	7.0	4.8	4.0	5.1	4.6	3.4
$\Delta L / \Delta T$	2.9	0.9	1.5	4.5	2.3	1.5	2.6	2.1	0.9

TABLA Nº 1. Tasa de crecimiento en talla de *A. purpuratus* a diferentes densidades y profundidades en cultivo inicial.

Nº indiv.	2500			5000			10000		
Profund.(m)	7	12	17	7	12	17	7	12	17
02.09.93	2500	2500	2500	5000	5000	5000	10000	10000	10000
02.10.93	2020	1600	1655	4740	3700	3020	8800	7820	1400
Z	0.213	0.446	0.412	0.053	0.301	0.504	0.128	0.246	1.966

TABLA Nº 2. Tasa de mortalidad de *A. purpuratus* a diferentes densidades y profundidades en cultivo inicial.

2. CULTIVO INTERMEDIO

Nº indiv.	200			400			800		
Profund.(m)	7	12	17	7	12	17	7	12	17
a	3,53	2,97	5,10	2,80	4,85	5,16	2,53	3,63	5,87
K	3,54	3,95	1,81	4,24	2,48	1,81	4,50	3,02	1,43

Tabla Nº 3. Estimación de parámetros de la ecuación de crecimiento en longitud de *A. purpuratus* a diferentes densidades y profundidades en cultivo intermedio.

Nº indiv.	200			400			800		
Profund.(m)	7	12	17	7	12	17	7	12	17
09.10.92	200	200	200	400	400	400	800	800	800
16.10.92	200	199	199	396	400	396	767	798	800
30.10.92	195	196	197	388	390	388	705	794	727
12.11.92	190	192	194	386	380	382	652	784	665
27.11.92	185	191	191	384	370	374	644	772	600
10.12.92	176	190	188	382	322	367	637	762	549
26.12.92	165	188	185	379	271	358	629	759	492
08.01.93	155	187	0	366	235	1	623	709	1
Z	0,0030	0,0007	0,0600	0,0010	0,0058	0,0530	0,0027	0,0013	0,0796

TABLA Nº 4. Tasa de mortalidad de *A. purpuratus* a diferentes densidades y profundidades en cultivo intermedio.

3. CULTIVO FINAL O ENGORDE

Nº indiv.	20			40			80		
Profund.(m)	7	12	17	7	12	17	7	12	17
K	1,70	1,50	1,30	2,20	1,50	1,50	1,60	1,20	1,30
L ∞	98,00	120,00	125,00	102,00	100,00	105,00	95,00	104,00	110,00

TABLA Nº 5. Estimacion de parámetros del modelo de crecimiento en longitud de *A. purpuratus* a diferentes densidades y profundidades en cultivo final o engorde.

Nº indiv.	20			40			80		
Profund.(m)	7	12	17	7	12	17	7	12	17
a	0,48	0,77	0,73	1,05	0,73	1,37	0,73	1,10	1,10
b	2,52	2,52	2,33	2,09	2,26	1,89	2,29	2,05	1,93

TABLA Nº 6. Estimacion de parámetros de la relacion longitud-peso en el crecimiento de *A. purpuratus* en cultivo final.

Nº Indiv.	20			40			80		
Prof (m)	7	12	17	7	12	17	7	12	17
08.02.93	20,00	20,00	20,00	40,00	40,00	40,00	80,00	80,00	80,00
17.03.93	20,00	20,00	20,00	40,00	40,00	39,00	79,00	80,00	50,00
17.04.93	19,00	19,00	20,00	40,00	39,00	39,00	77,00	80,00	50,00
19.05.93	16,00	17,00	18,00	35,00	33,00	37,00	74,00	77,00	42,00
18.06.93	15,00	16,00	18,00	33,00	30,00	36,00	71,00	75,00	36,00
20.07.93	12,00	12,00	18,00	29,00	23,00	33,00	61,00	67,00	29,00
17.08.93	12,00	12,00	18,00	29,00	23,00	33,00	61,00	67,00	29,00
Z	0,0027	0,0027	0,0007	0,0016	0,0029	0,0010	0,0014	0,0009	0,0053

TABLA Nº 7. Tasa de mortalidad de *A. purpuratus* a diferentes densidades y profundidades en Cultivo Final o Engorde

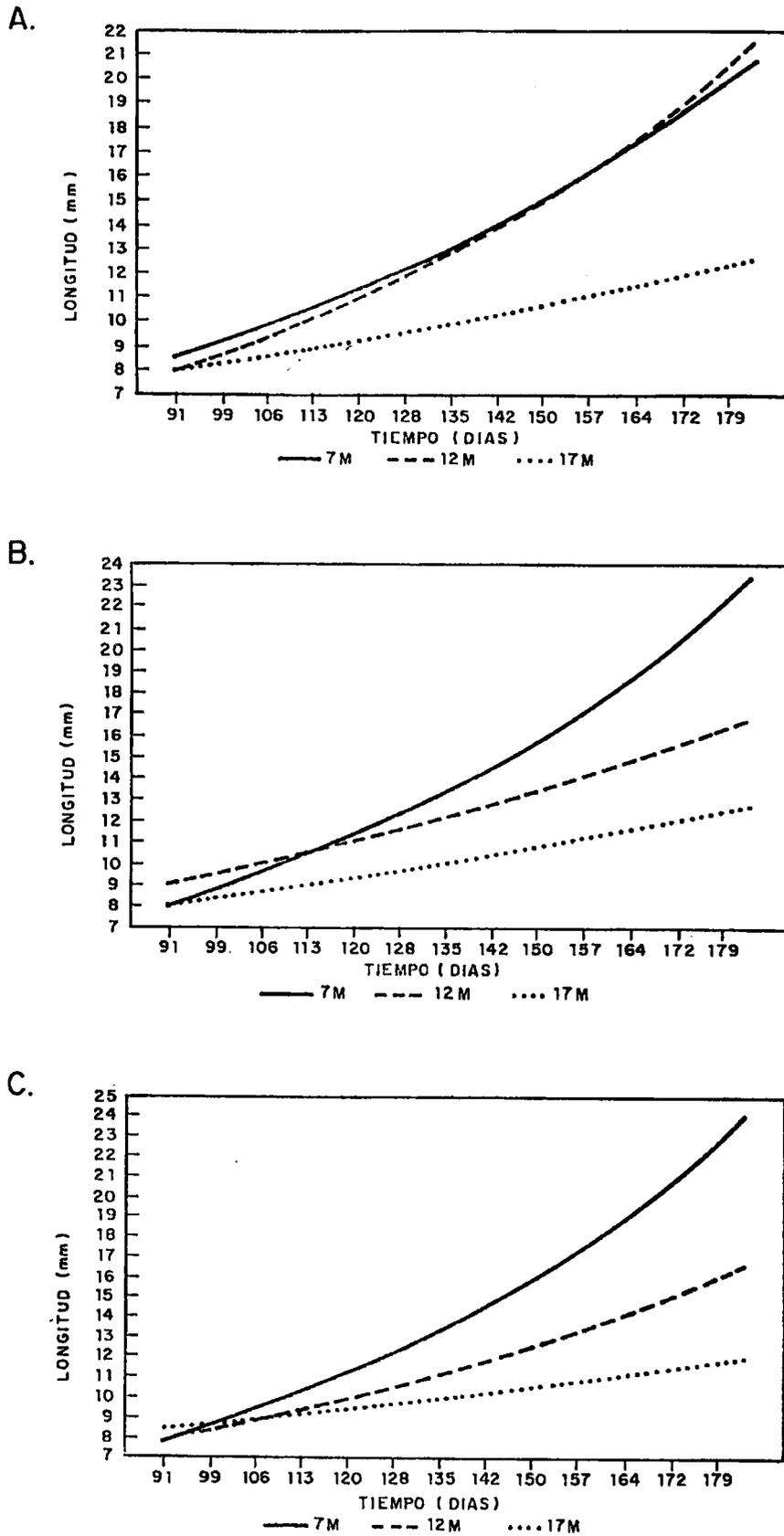


Fig. 1. Crecimiento de *A. purpuratus* en Cultivo Intermedio a diferentes densidades (A) 200, (B) 400 y (C) 800 y profundidades.

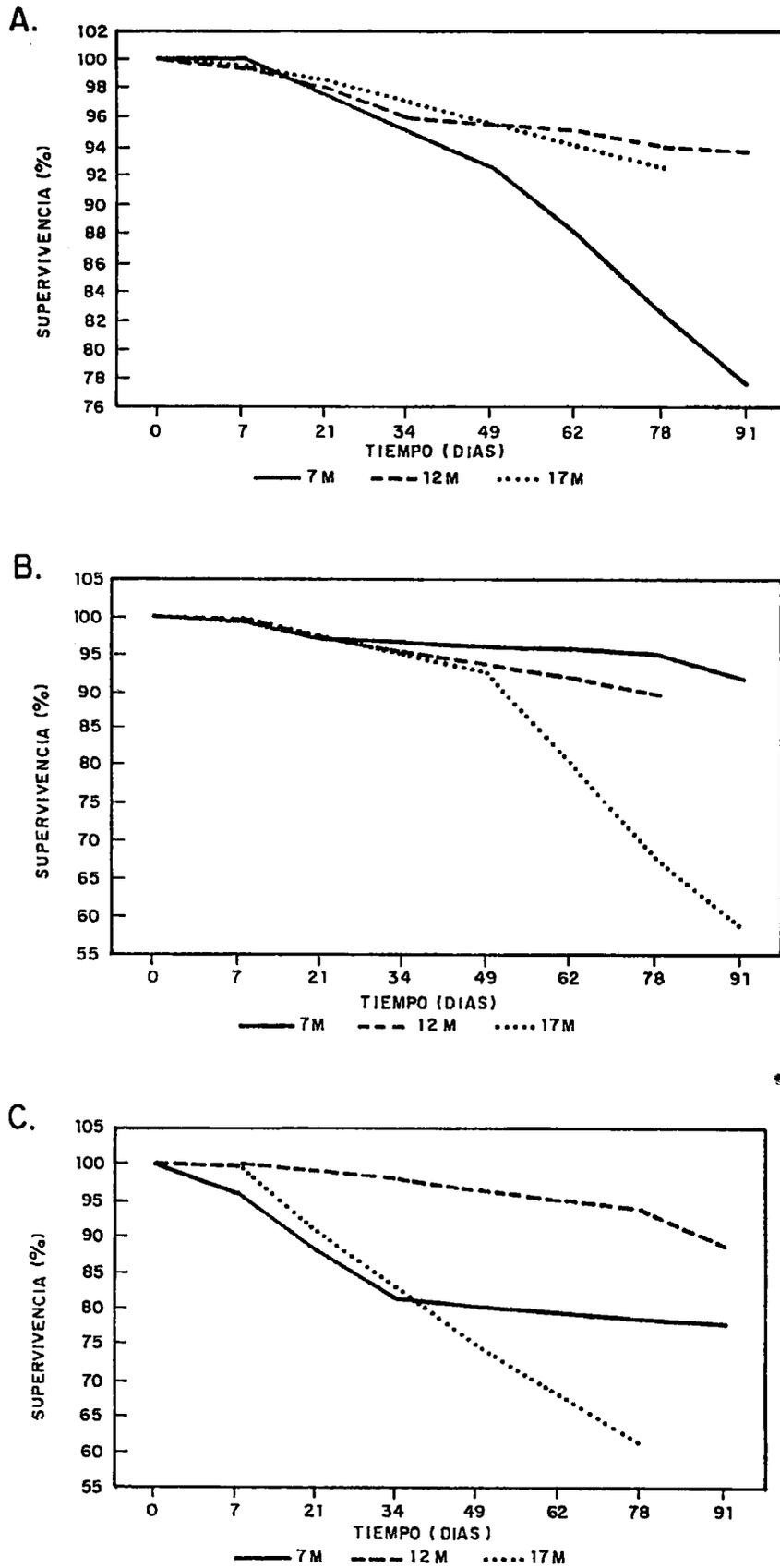


Fig. 2. Supervivencia de *A. purpuratus* en Cultivo Intermedio a diferentes densidades (A) 200, (B) 400 y (C) 800 y profundidades.

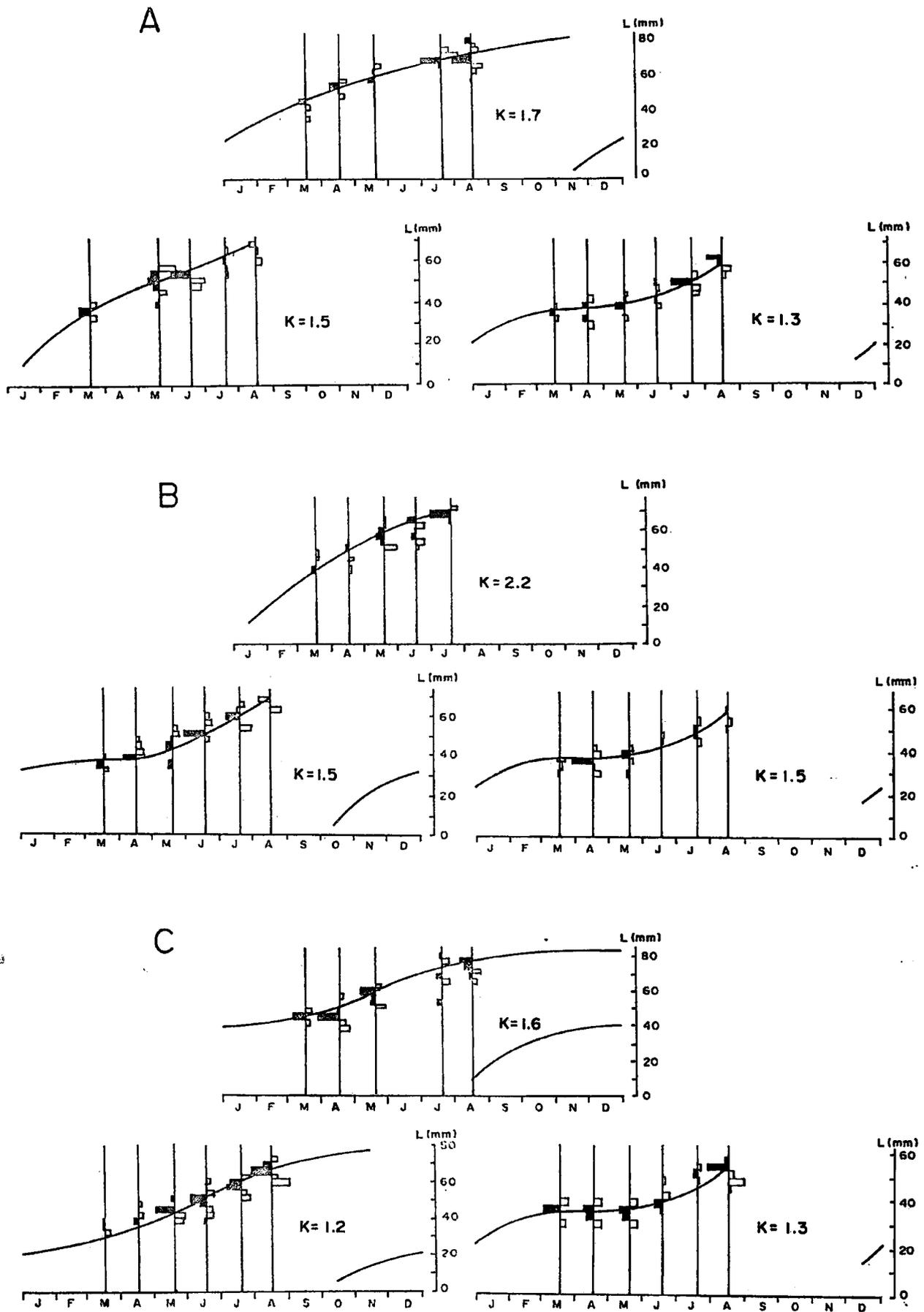


Fig.3. Curvas de crecimiento estimadas de *Argopecten purpuratus* en Cultivo Final a diferentes densidades y profundidades. (A) 20 a 7, 12 y 17 m, (B) 40 a 7, 12 y 17 m y (C) 80 a 7, 12 y 17 m, obtenidas usando el programa ELEFAN.

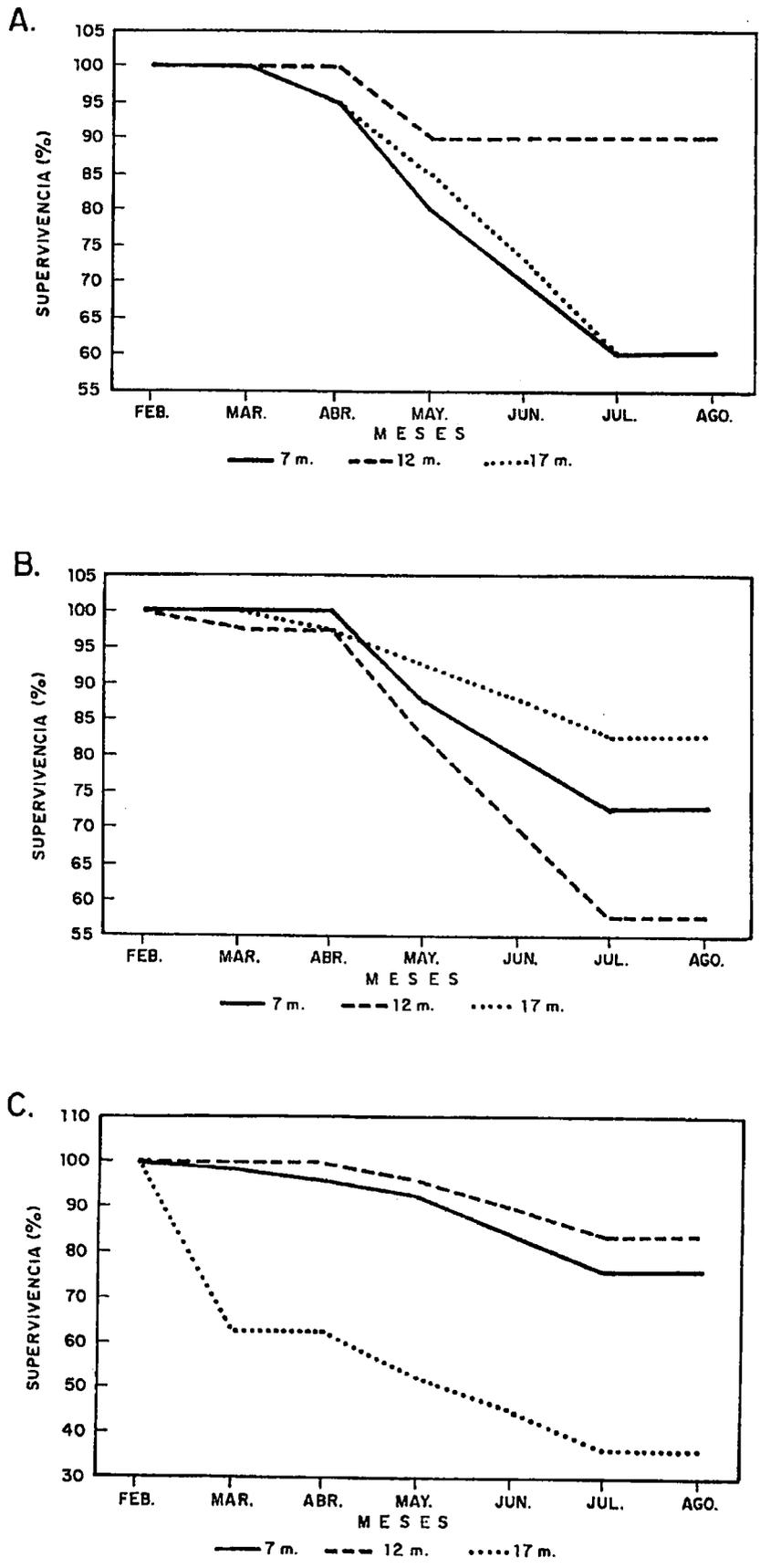


Fig. 4. Supervivencia de *Argopecten purpuratus* en Cultivo Final a diferentes densidades (A) 20, (B) 40 y (C) 80 y profundidades.

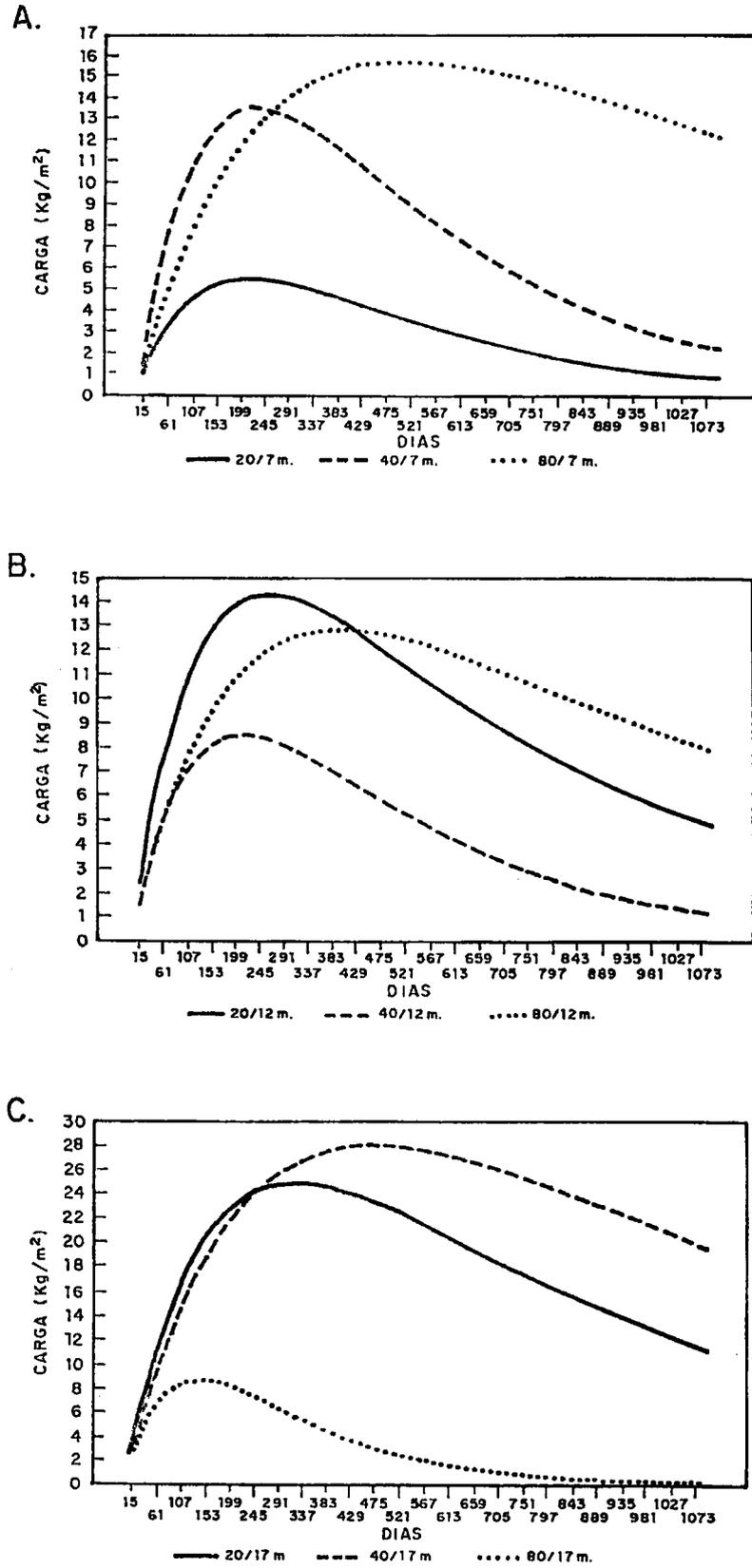


Fig. 5. Variación de la carga total obtenida con *Argopecten purpuratus* en Cultivo Final a diferentes densidades y profundidades: (A) 20-40 y 80 a 7m., (B) 20-40 y 80 a 12m. y (C) 20-40 y 80 a 17m.