

EFECTO DEL TAMAÑO DE MALLA SOBRE EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DEL MEJILLON (*MYTILUS PLATENSIS* D'ORB.) EN CULTIVOS CON ENCORDADOS FRANCESES

EFFECT OF MESH SIZE ON GROWTH AND SURVIVAL OF CULTURED MUSSELS (*MYTILUS PLATENSIS* D'ORB.) IN FRENCH NETTINGS

Héctor E. Zaioso¹ y Zulma I. Lizarralde²

RESUMEN

Se ha estudiado el efecto del tamaño de la abertura de malla del tubo de red externo sobre el crecimiento y la supervivencia de individuos del mejillón (*Mytilus platensis* d'Orb.) cultivados en encordados franceses. El estudio fue llevado a cabo en el golfo Nuevo (42° 46' S, 65° 02' W), Chubut, Argentina. Se utilizaron dos grupos de talla: cría (largo medio \bar{x} = 24,0 mm) y engorde (\bar{x} = 45,9 mm) y tres tamaños de abertura de malla para el tubo de red externo de los encordados (44,1 mm, 54,7 mm y 79,0 mm). Los resultados indican que en los encordados de cría las diferentes aberturas de malla utilizadas no afectan en forma diferencial al crecimiento de los individuos. En los encordados de cría las proporciones de individuos de bajo crecimiento y de animales retenidos son semejantes para todas las aberturas de malla utilizadas. En el encordado de engorde correspondiente a la malla de abertura más pequeña en cambio, el largo final medio, ajustado por la covariable largo inicial, es significativamente inferior al obtenido en los encordados de abertura de malla media y mayor, los cuales no difieren a este respecto entre sí. Este resultado es probable que se encuentre relacionado tanto con la mayor proporción de desprendimientos de animales en los encordados con redes de mayor tamaño, como con la mayor proporción de individuos con crecimiento bajo o nulo que se hallan en los encordados de engorde con menor abertura de malla. La proporción de individuos de bajo crecimiento se halla a su vez asociada con la retención de individuos dentro de los tubos de red de menor abertura. En las cuerdas de engorde la proporción de pérdidas aumenta linealmente con el aumento de la abertura de malla; en cambio, en las cuerdas de cría la proporción de pérdidas es semejante en todos los encordados.

Palabras claves: Mitilicultura, método francés, tamaño de malla, crecimiento, supervivencia, Patagonia.

ABSTRACT

Studies were performed on mussels (*Mytilus platensis* d'Orb.) cultured using the french netting technique at the Nuevo Gulf (42° 46' S, 65° 02' W), Chubut, Argentina. The effect of the mesh size of the external net tube on growth and survival of the individuals was studied. Two size groups (seed group: average length = 24.0 mm; half-grown group: average length = 45.9 mm) and three mesh sizes (44.1 mm; 54.7 mm and 79.0 mm) were used. Results referred to the seed group show that growth and survival are not affected by mesh size. The proportion of mussels with low length increment and the proportion of individuals retained by the net in the seed group are similar for all mesh sizes. For the half-grown group, the final average length using the smaller mesh size is significantly lower than in the other mesh sizes; significant differences there are no between the other two mesh sizes. The proportion of mussels with low growth in length and the number of individuals retained inside the net are higher when the smaller mesh size is used whereas the number of lost mussels increase with increasing mesh size.

Key words: Mussel culture, french culture technique, netting mesh size, growth, survival, Patagonia.

Fecha de recepción: 4 - 3 - 94. Fecha de aceptación: 7 - 10 - 94.

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
² Universidad Nacional de la Patagonia S. J. Bosco. Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología, Ciudad Universitaria Km 4, (9000) Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

INTRODUCCION

En el cultivo comercial suspendido de mejillones se utilizan diversos métodos para el armado de los encordados sobre los que se desarrollan los animales cultivados. De estas técnicas una de las más utilizadas es el encordado tipo francés o sus variantes. El mismo es utilizado corrientemente en Francia (Dardignac-Corbeil, 1975; Korringa, 1976; Lucas, 1976; Bregeon, 1977; Hurlburt & Hurlburt, 1980), Italia (Korringa, 1976; Ross, 1982), Yugoslavia (Korringa, 1976), Chile (González, 1973) y Canadá (Myrand & Bastien, 1985), entre otros países.

Si bien se han desarrollado diferentes variantes de la misma, la técnica consiste esencialmente en disponer a los pequeños mejillones a cultivar en tubos de red, armados a partir de redes de desecho o bien fabricados especialmente para tal objeto. Los mismos son suspendidos de diferentes tipos de artefactos o sistemas flotantes. A medida que crecen, los animales salen a través de las aberturas de la malla que los recubre, permaneciendo los mejillones unidos entre sí por medio de sus filamentos bisales. La red externa termina finalmente por quedar en la parte central del encordado, sirviendo como soporte para la fijación de los animales.

No hemos encontrado antecedentes en la literatura acerca de la influencia del tamaño de malla de la red externa sobre los parámetros que intervienen en la producción del mejillón de cultivo. El objeto del presente trabajo es el de comprobar dicho efecto sobre el crecimiento y la pérdida de individuos del mejillón (*Mytilus platensis* d'Orb.).

MATERIAL Y METODOS

Los mejillones utilizados fueron extraídos en julio de 1986 de bancos naturales del horizonte infralitoral superior del golfo San José (prov. del Chubut, Argentina). Los mismos fueron trasladados a los laboratorios del Centro Nacional Patagónico en Puerto Madryn, donde se los acondicionó en acuarios de 300 litros de capacidad con aireación y recambio de agua constante, mientras se completaban las tareas previas al encordado, las cuales son detalladas a continuación.

Los individuos fueron separados en dos grupos según su largo (distancia entre el umbo y el borde posterior): un grupo de cría, con animales de 10 a 30 mm (largo promedio: 24,01 mm) y un grupo de engorde, con animales de 40 a 60 mm (largo promedio: 45,85 mm). La razón de dicha denominación es que sus tallas medias corresponden a las que usualmente tienen los animales que se utilizan como semilla para cuerdas de cría y como animales de desdoble para cuerdas de engorde. Se entiende por cuerdas de cría a las que corresponden a la primera fase de un cultivo comercial. Sobre ellas los individuos pequeños son encordados a una densidad relativamente alta y crecen hasta el desdoble. En ese momento, los individuos de una cuerda de cría son repartidos en dos o más cuerdas de engorde sobre las que se desarrollan hasta el momento de su cosecha.

Los mejillones del grupo de cría se distribuyeron en seis conjuntos de 767 individuos cada uno, de forma tal que sus diferentes clases de talla quedarán igualmente representadas en cada conjunto. Se realizó la misma operación sobre los mejillones del grupo de engorde, formando seis conjuntos de 307 ejemplares. Cada conjunto sirvió para armar un encordado de 50 cm de largo.

Para el encordado se introdujeron las semillas o los animales de desdoble, según el caso, dentro de un tubo confeccionado con malla de algodón, de 3,5 mm de separación promedio entre hilos. Este tubo se recubrió externamente con una red de nylon, la cual también se cerró en forma de tubo.

La red interna de algodón tiene por objeto sujetar a los individuos mientras éstos se fijan entre sí; al cabo de unos días la malla interna se desintegra y los animales pueden salir a través de la malla externa, la cual a medida que los animales crecen queda en la parte central del encordado.

Se utilizaron tres tamaños crecientes de malla de red externa tanto para los grupos de cría como para los de engorde, armándose dos encordados para cada combinación para prevenir eventuales pérdidas, es decir, un total de doce encordados. Las características de las redes externas se indican en la Tabla 1.

Cada encordado fue suspendido de una sogá boyada por debajo de la superficie del agua y anclada al fondo, de un largo suficiente

Tabla 1: Abertura de malla (cm) y diámetro del hilo (mm) de las redes externas utilizadas (n = 20 en todos los casos).

Mesh size (cm) and diameter of the thread (mm) of the external net tubes used (n = 20 in all cases).

Red externa	Malla 1	Malla 2	Malla 3
Abertura de malla estirada	x = 4,41 s ² = 0,16	x = 5,47 s ² = 0,14	x = 7,90 s ² = 0,22
Diámetro del hilo	x = 1,15 s ² = 0,13	x = 1,67 s ² = 0,18	x = 1,95 s ² = 0,09

para que los animales se mantuvieran a unos tres metros de la superficie en marea baja (amplitud media de sicigias = 4,7 m), y a unos tres metros del fondo.

Las sogas con los encordados fueron colocadas en julio de 1986 en el golfo Nuevo (prov. del Chubut), donde permanecieron hasta su extracción en noviembre de ese mismo año, luego de 111 días.

En el momento de la extracción se contabilizó para cada encordado, el número de individuos remanentes retenidos en el interior de los tubos de red, el número de animales remanentes no retenidos dentro de la red y el número de animales muertos sobre la cuerda. El número de animales desprendidos y caídos al fondo se obtuvo por diferencia entre los números iniciales y el número de individuos remanentes sobre las cuerdas.

Las pérdidas totales están constituidas por la suma de los animales desprendidos y de los encontrados muertos sobre las cuerdas.

El largo inicial (Li) de los animales fue obtenido de las marcas presentes en la conchilla de los mismos, dado que a partir de pruebas preliminares había sido observado que el tiempo de estadía en acuarios y/o el procedimiento de encordado inducen la formación de una línea de crecimiento (Li) en las valvas de todos los animales; esta circunstancia fue verificada mediante un control llevado a cabo con animales marcados.

En cada encordado se tomó una muestra al azar de 100 animales sobre los cuales se midieron el Li y el largo final (Lf).

Para cada grupo, de cría y de engorde, se analizó el crecimiento de los individuos de acuerdo al tamaño de malla mediante el análisis de la covarianza de las tallas finales en función de las tallas iniciales. Dichos análisis

fueron llevados a cabo previa comprobación de la homogeneidad de las varianzas mediante pruebas de log-anova (Sokal & Rohlf, 1981).

La proporción de individuos vivos que al término de la experiencia presentaron un crecimiento bajo o nulo ($L_f = L_i \pm 1$ mm) fue analizada por grupo y por abertura de malla de red externa, mediante una extensión de la prueba exacta de Fisher-Irwin a tablas de 2 x 3 (Maxwell, 1966) y llevando a cabo la partición del valor de χ^2 general mediante la comprobación de desviaciones en tablas de contingencia con categorías cuantitativamente ordenadas. En las tablas de contingencia donde las categorías presentan un ordenamiento intrínseco, puede suponerse que existe una variable continua sobre la que se basan, pudiéndose entonces aplicar la teoría de regresión lineal. Diferentes métodos de análisis han sido propuestos para este tipo de tablas (Bartholomew, 1959 a, 1959 b; Fleiss, 1981; Maxwell, 1966; Snedecor & Cochran, 1967), dependiendo de si el ordenamiento es cuali o cuantitativo y de cómo se presume que las proporciones varían con x; en nuestro caso se consideró el caso lineal que es el más simple y que fuera tratado en detalle en Snedecor & Cochran (1967) y Fleiss (1981).

Como para cada combinación de grupo de talla y de abertura de malla se contaba con dos encordados, para los análisis anteriores se consideraron en forma conjunta las mediciones de cada par de encordados correspondientes (200 individuos).

El análisis de las proporciones de los individuos desprendidos, de los individuos retenidos por las redes y de las pérdidas totales (desprendimientos e individuos muertos), discriminadas por grupo y tamaño de red externa, también fue realizado mediante la comprobación de desviaciones en tablas de contingencia. Estos análisis se llevaron a cabo sobre el total de individuos correspondientes a cada combinación de grupo y abertura de malla.

RESULTADOS

Pérdida de individuos

La pérdida de animales fue considerada bajo dos aspectos: los animales desprendidos de los encordados y las pérdidas totales.

a. Pérdidas en los encordados de cría

En los encordados de cría no se encontró asociación significativa entre la proporción de individuos desprendidos y la abertura de malla de la red externa (Tabla 2). En este caso como el valor de χ^2 obtenido tampoco es significativo con un grado de libertad, no resultó necesaria la partición del valor general de χ^2 .

Tampoco se encontró asociación entre las pérdidas totales y el tamaño de abertura de malla; la tabla de contingencia analizada fue obtenida de la Tabla 2, sumando los remanentes muertos a los desprendidos ($\chi^2 = 3,4$; g.l. = 2; $p = 0,18$).

Tabla 2. Pérdidas en encordados de cría. Individuos remanentes vivos (remanentes muertos entre paréntesis) y desprendidos, según diferentes aberturas de malla. i: desprendidos y remanentes (vivos + muertos); ii: pérdidas totales (desprendidos + remanentes muertos); gl: grados de libertad; p: probabilidad.

Losses in the seed group. Alive attached individuals (dead attached in parenthesis) and detached, according to mesh types. i: detached and attached (dead + alive); ii: total losses (detached + dead attached); gl: degrees of freedom; p: probability.

	Desprendidos	Remanentes	
Malla 1	300	1204 (30)	
Malla 2	331	1183 (20)	
Malla 3	291	1225 (18)	

i: $\chi^2 = 3,58$; gl= 2; $p = 0,167$

ii: $\chi^2 = 3,41$; gl= 2; $p = 0,182$

b. Pérdidas en los encordados de engorde

En los encordados de engorde sendas pruebas generales de χ^2 dieron por resultado asociaciones altamente significativas entre el tamaño de malla con los desprendimientos y con las pérdidas totales. En consecuencia, se llevó a cabo la partición de dichos valores mediante la comprobación de desvíos en las tablas de contingencia correspondientes (Tabla 3). En el caso de las pérdidas totales la tabla general se obtuvo sumando los animales remanentes muertos a los desprendidos.

Del análisis anterior resulta que en los encordados de engorde, la proporción de individuos desprendidos se incrementa con el aumento del tamaño de abertura de malla de las

Tabla 3. Pérdidas en encordados de engorde. i, Número de individuos remanentes vivos (remanentes muertos entre paréntesis) y desprendidos. ii, Comprobación de desvíos correspondiente a animales desprendidos (remanentes vivos + muertos). iii, Comprobación de desvíos correspondiente a pérdidas totales (desprendidos + remanentes muertos).

Losses in the half-grown group. Alive attached individuals (dead attached in parenthesis) and detached, according to mesh types. i: detached and attached (dead + alive); ii: Check of deviations from linearity in detached animals (total losses (detached + attached dead)); gl: degrees of freedom; p: probability.

i. Individuos desprendidos.

	Desprendidos	Remanentes
Malla 1	55	519 (40)
Malla 2	91	487 (36)
Malla 3	109	478 (27)

ii. Desprendimientos: Comprobación de desvíos.

Fuente de variación	χ^2	gl	Probabilidad
Debido a regresión lineal	17,32	1	< 0,001
Desvíos regresión lineal	3,33	1	0,068
Valor general	20,65	2	< 0,001

iii. Pérdidas totales: Comprobación de desvíos.

Fuente de variación	χ^2	gl	Probabilidad
Debido a regresión lineal	7,07	1	0,008
Desvíos regresión lineal	2,59	1	0,107
Valor general	9,66	2	0,008

redes externas. En este caso la asociación es de tipo lineal ya que los desvíos de la misma no son significativos (Tabla 3, ii). La regresión de la proporción de individuos desprendidos (p_d) en función de la abertura de malla (A), medida en cm, corresponde a:

$$p_d = 0,0026 + 0,023 \cdot A$$

La ecuación anterior implica un incremento de 2,3% en p_d por centímetro de aumento en la malla.

Por su parte, las pérdidas totales manifiestan un comportamiento semejante a los desprendimientos, la asociación con el tipo de red utilizada es de tipo lineal y las pérdidas aumentan con el tamaño de malla (Tabla 3, iii). La línea ajustada corresponde a:

$$p_p = 0,0939 + 0,017 \cdot A$$

De acuerdo a la ecuación anterior, la proporción de pérdidas (p_p) se incrementa en 1,7% por centímetro de aumento en la malla.

El análisis de las pérdidas totales en las cuerdas de engorde indica que el número de animales muertos compensa en parte al número de individuos desprendidos, ya que las significaciones general y debida a la regresión disminuyen sensiblemente respecto del análisis de desvíos referido a desprendimientos.

Crecimiento en largo

a. Crecimiento en los encordados de cría

Para los encordados de cría no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las Lf medias, ajustadas en función de las Li, obtenidas con diferentes aberturas de malla de la red externa. En la Tabla 4 se consignan los resultados del análisis de la covarianza.

Tabla 4. Crecimiento en cuerdas de cría. Análisis de la covarianza de los largos finales (Lf) en función de sus largos iniciales (Li) para diferentes tamaños de abertura de la malla externa. gl: grados de libertad; NS: no significativo ($p > 0,05$).

Growth in the seed group. Analysis of covariance of final length (Lf) with the initial length (Li) as the covariable, according to type of external mesh size. gl: degrees of freedom; NS: non significant ($p > 0,05$).

i. Medias y medias ajustadas.

Redes	Li	Lf	Lf _{ajust}	S _{Lfajust}
Malla 1	23,88	35,85	35,96	0,35
Malla 2	23,85	36,39	36,52	0,35
Malla 3	24,30	36,84	36,59	0,35
Total	24,01	36,36		

iii. Diferencias entre pendientes.

Fuente variación	gl	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F
Entre pendientes	2	45,89	22,95	0,93 NS
Error	594	14670,38	24,70	

Pendiente común = 0,858

iii. Diferencias entre medias ajustadas.

Fuente variación	gl	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F
Medias ajustadas	2	47,91	23,96	0,97NS
Error	596	14716,28	24,69	

b. Crecimiento en los encordados de engorde

En los encordados de engorde se pudo demostrar la existencia de diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) entre las Lf medias ajustadas de los mejillones encordados con diferentes mallas externas; las pendientes resultaron no ser estadísticamente diferentes (Tabla 5).

Tabla 5. Crecimiento en cuerdas de engorde. Análisis de la covarianza de los largos finales (Lf) en función de los largos iniciales (Li) para diferentes tamaños de abertura de la malla externa. gl: grados de libertad; **: ($p < 0,001$); NS: no significativo ($p > 0,05$).

Growth in the half-grown group. Analysis of the covariance of final length (Lf) with the initial length (Li) as the covariable, according to type of external mesh size. gl: degrees of freedom; **: ($p < 0,001$); NS: non significant ($p > 0,05$).

i. Medias y medias ajustadas.

Redes	Li	Lf	Lf _{ajust}	S _{Lfajust}
Malla 1	45,68	52,43	52,57	0,30
Malla 2	45,62	54,42	54,62	0,30
Malla 3	46,26	55,41	55,07	0,30
Total	45,85	54,09		

ii. Diferencias entre pendientes.

Fuente variación	gl	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F
Entre pendientes	2	8,15	14,08	0,76NS
Error	594	1002,78	18,52	

Pendiente común = 0,820

iii. Diferencias entre medias ajustadas.

Fuente variación	gl	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F
Medias ajustadas	2	710,09	355,04	19,183 **
Error	596	11030,93	8,51	

Una prueba de comparación múltiple de pares de medias según el método GT-2 (Sokal & Rohlf, 1981) dio por resultado que el Lf medio ajustado correspondiente a la malla de abertura más pequeña (malla 1) es significativamente inferior ($p < 0,01$) que el obtenido en los encordados de abertura de malla media y mayor (mallas 2 y 3), cuyos Lf medios ajustados no difieren entre sí.

Individuos de crecimiento bajo o nulo

a. Encordados de cría

En los encordados de cría no se encontró asociación ($p = 0,93$) entre la proporción de individuos vivos con crecimiento bajo o nulo y el tamaño de abertura de malla utilizado en el tubo externo de red (Tabla 6).

Tabla 6. Individuos de crecimiento bajo o nulo en encordados de cría ($L_f = L_i \pm 1$ mm), según el tamaño de abertura de malla.

Number of mussels in the seed group that did not grow ($L_f = L_i \pm 1$ mm), according to mesh size types.

	Sin crecimiento	Con crecimiento
Malla 1	3	197
Malla 2	5	195
Malla 3	4	196

Prueba exacta de Fisher-Irwin, $p = 0,934$

b. Encordados de engorde

En los encordados de engorde fue encontrada, mediante una prueba de χ^2 general, una asociación altamente significativa ($p < 0,001$) entre la proporción de ejemplares vivos que mostraron un crecimiento bajo o nulo y el tipo de red externa utilizada. Como las aberturas de malla se hallaban ordenadas en forma creciente se pudo llevar a cabo una partición del valor general de χ^2 mediante la comprobación de desviaciones en la tabla de contingencia correspondiente (Tabla 7).

Tabla 7. Individuos de crecimiento bajo o nulo en encordados de engorde ($L_f = L_i \pm 1$ mm). i, Según el tamaño de abertura de malla. ii, Comprobación de desvíos.

i. Number of mussels in the half-grown group that did not grow ($L_f = L_i \pm 1$ mm), according to mesh size types. ii, Test of deviations from linearity.

i. Individuos con crecimiento bajo o nulo y tipo de malla

	Sin crecimiento	Con crecimiento
Malla 1	36	164
Malla 2	5	195
Malla 3	2	198

ii. Comprobación de desvíos

Fuente de variación	χ^2	gl	Probabilidad
Debido a regresión lineal	32,89	1	< 0,001
Desvíos regresión lineal	20,37	1	< 0,001
Valor general	53,26	2	< 0,001

En este caso tanto el componente debido a la regresión lineal como los desvíos son altamente significativos. Se puede señalar, por lo tanto, que en las cuerdas de engorde la proporción de individuos con crecimiento bajo o nulo disminuye en forma monótona con el aumento del tamaño de la malla utilizada.

Retención de individuos

a. Retención en encordados de cría

En los encordados de cría no se encontró asociación significativa entre la abertura de malla de la red externa y la proporción de individuos retenidos muertos y vivos tomados en conjunto (Tabla 8). Como el valor de χ^2 obtenido ($\chi^2 = 0,369$; g.l = 2) tampoco resulta significativo con un grado de libertad, no se procedió en consecuencia a la comprobación de desvíos sobre dicha tabla.

Tabla 8. Retención de individuos en encordados de cría. Número de individuos vivos retenidos en el interior del tubo de red e individuos vivos no retenidos. Entre paréntesis se indican los individuos encontrados muertos en cada situación. La prueba de χ^2 consideró animales vivos y muertos.

Number of mussels of the seed group that were retained and not retained in the mesh. Mussels found dead are indicated in parenthesis for each situation. Chi-square test considered both, mussels dead and alive.

	Retenidos	No retenidos
Malla 1	15 (26)	1189 (4)
Malla 2	22 (20)	1161 (0)
Malla 3	20 (18)	1205 (0)

$\chi^2 = 0,37$; g.l = 2; $p = 0,831$

Se encontró en cambio en los encordados de cría, mediante una prueba de Fisher-Irwin, una asociación altamente significativa entre el número de individuos con crecimiento bajo o nulo y la retención por redes; este análisis se llevó a cabo sobre las muestras tomadas de los encordados (Tabla 9).

b. Retención en encordados de engorde

En una prueba general de χ^2 se encontró una asociación significativa entre el tamaño de malla de los encordados de engorde y la proporción de individuos retenidos (muertos y vivos).

Tabla 9. Asociación entre individuos retenidos e individuos con crecimiento bajo o nulo en encordados de cría.

Number of mussels in the seed group categorized according to the presence of growth and according to if they were retained in the mesh.

	Retenidos	No retenidos
Sin crecimiento	6	6
Con crecimiento	2	586

Prueba exacta de Fisher-Irwin, $p < 0,001$

La comprobación de desvíos (Tabla 10, ii) dio por resultado que la proporción de individuos retenidos (p_r) en las cuerdas de engorde disminuye monótonamente con el aumento del tamaño de abertura de malla. En este caso dado que el componente lineal es mucho mayor que el componente relacionado con los desvíos, la relación puede ser adecuadamente descrita por una línea recta. La línea recta ajustada corresponde a:

$$p_r = 0,4277 - 0,044 \cdot A$$

La ecuación anterior implica una disminución de 4,4 % en p_r por centímetro de aumento en la malla.

Tabla 10. Retención de individuos en encordados de engorde. i, Número de individuos vivos retenidos en el interior del tubo de red e individuos no vivos retenidos. Entre paréntesis se indican los individuos encontrados muertos en cada situación. ii, Comprobación de desvíos. El análisis consideró a animales vivos y muertos.

Number of mussels of the half-grown group that were retained and not retained in the mesh. Mussels found dead are indicated in parenthesis for each situation. Chi-square test considered both, mussels dead and alive. ii, Test of deviations from linearity.

i. Individuos retenidos.

	Retenidos	No retenidos
Malla 1	111 (37)	408 (3)
Malla 2	47 (28)	440 (8)
Malla 3	30 (19)	448 (8)

ii. Comprobación de desvíos.

Fuente de variación	χ^2	gl	Probabilidad
Debido a regresión lineal	45,07	1	< 0,001
Desvíos regresión lineal	11,79	1	< 0,001
Valor general	56,86	2	< 0,001

Tabla 11. Asociación entre individuos retenidos e individuos con crecimiento bajo o nulo en encordados de engorde.

Number of mussels in the half-grown group categorized according to the presence of growth and according to if they were retained in the mesh.

	Retenidos	No retenidos
Sin crecimiento	30	13
Con crecimiento	45	512

$\chi^2 = 133,30$; gl = 1; $p < 0,001$.

Se encontró asimismo que la proporción de individuos con crecimiento bajo o nulo era significativamente mayor entre los individuos retenidos por las redes externas (Tabla 11).

DISCUSION

A partir de los resultados expuestos se concluye que en los encordados de cría la abertura de malla de las redes externas, dentro del rango de aberturas de mallas utilizado, no tiene influencia sobre la pérdida de animales (desprendimientos y pérdidas totales) ni sobre su crecimiento (Tablas 2 y 4). La proporción de animales de bajo crecimiento (Tabla 6) y la de individuos retenidos no están relacionadas con el tipo de malla, pero se hallan asociadas significativamente entre sí (Tablas 8 y 9).

En los encordados de engorde, la pérdida de individuos (desprendimientos y pérdidas totales) aumenta linealmente con el tamaño de malla utilizada en el encordado (Tabla 3). El crecimiento es significativamente menor en los encordados de malla pequeña con respecto al obtenido en los encordados con mallas medianas o grandes, los cuales no presentan diferencias significativas entre ellos (Tabla 5). Tanto la proporción de animales de bajo crecimiento (Tabla 7) como la de individuos retenidos aumentan con la disminución del tamaño de la red y a la vez se hallan asociadas en forma significativa entre ellas (Tablas 10 y 11).

Los resultados obtenidos indican que en los encordados de cría, la malla de menor abertura utilizada no alcanza a constituir un limitante al crecimiento de los individuos ni tampoco al desprendimiento de los encordados; en consecuencia sería posible llevar a cabo una reducción ulterior del tamaño de red con el

objeto de disminuir las pérdidas de semilla.

La ausencia de diferencias entre las proporciones de desprendimientos con diferentes aberturas de malla indicaría que las redes utilizadas se comportan con la misma permeabilidad ante los desplazamientos de la semilla; esta circunstancia se vería confirmada por la ausencia de diferencias entre las proporciones de individuos retenidos dentro de la red.

La mayor movilidad relativa de los individuos de menor talla de los mitilidos respecto de los de tamaño mayor fue indicada por diferentes autores (Senawong, 1970; Zaixso *et al.*, 1978; Bruzone, 1982); esta mayor movilidad explicaría la mayor proporción de desprendimientos en las cuerdas de cría con respecto de las cuerdas de engorde y la ausencia de diferencias entre aberturas de malla, ya que la mayor parte del tiempo los ejemplares juveniles se estarían desprendiendo de sus lugares de fijación para trasladarse y fijarse en otros vecinos. Los cambios de ubicación de los mejillones sobre cuerdas de cultivo fueron estudiados por Andreu (1960, 1976), quien señala que los mismos se deben a la migración de individuos en las sogas de cultivo y responden a la búsqueda de las condiciones luminosas a las cuales los animales estaban habituados antes de las operaciones del cultivo que produjeron cambios en la ubicación de los animales (encordado y desdoble).

Respecto de las redes utilizadas en otros países para encordados de semilla la información es variada. En Italia el tubo de red externa para semilla tiene una abertura de malla estirada de 7 cm (Korringa, 1976), con lo que resulta equivalente a las redes de mayor abertura usadas por nosotros. En Canadá, en cambio, un tubo de red de 4,7 cm, equivalente al menor tamaño usado en esta prueba, se considera que puede provocar pérdidas importantes de semilla (Myrand & Bastien, 1985). En Yugoslavia la abertura de malla utilizada para semilla es de 6 cm (Korringa, 1976).

En las cuerdas de engorde los resultados obtenidos con respecto al crecimiento es probable que se hallen asociados tanto con la mayor proporción de pérdidas en los encordados de abertura de malla mayor, como con la mayor proporción de individuos con un crecimiento bajo o nulo encontrada en los encordados de malla más pequeña; este último criterio se en-

cuentra a su vez asociado a una mayor proporción de individuos retenidos en el interior de este tipo de redes.

El efecto positivo que tiene la pérdida de individuos de los encordados sobre el crecimiento de los mejillones fue mencionado por Zaixso *et al.*, (1976) en las experiencias de cultivo llevadas a cabo en Puerto Deseado; a mayor número de individuos perdidos, la densidad y la competencia por el alimento disminuyen en las cuerdas permitiendo un mejor crecimiento de los individuos remanentes; el aumento del crecimiento por raleo de ejemplares constituye el fundamento, en el cultivo de mejillones en Galicia, de la práctica del desdoble llevada a cabo sobre las cuerdas de cría (Figueras, 1979).

Por otra parte, el apiñamiento de animales dentro de los tubos de red y la dificultad para pasar a través de los mismos al exterior, pueden conducir a una reducción o anulación del crecimiento a través de lesiones más o menos temporales del borde de los lóbulos del manto.

En los encordados de engorde, el aumento de los desprendimientos de mejillones con el aumento de la abertura de malla es posible que se encuentre relacionado tanto con la disminución de la disponibilidad de hilos por unidad de área para la fijación, como con las pérdidas que tienen lugar a través de aberturas de malla crecientes, luego que la red interna se ha deshecho. Respecto de las pérdidas totales, el número de animales encontrados muertos compensa parcialmente al número de individuos desprendidos, dado que la proporción de los primeros aumenta en las redes de menor abertura.

Suponiendo que los encordados de engorde aquí analizados representaran una parte de la etapa de engorde de un cultivo comercial de mejillones (con 614 individuos iniciales por metro de cuerda) y basándonos en las regresiones del peso en función del largo correspondientes al mes de noviembre (datos no publicados), un cálculo aproximado llevado a cabo sobre el peso de mejillones de 500 cuerdas de 9 metros de largo arrojaría, para los 111 días de cultivo aquí considerados, una diferencia de 1,33 Tm de mejillones (equivalente 0,23 Tm de carne) a favor de las redes de mayor abertura (promediadas) respecto de la red de menor abertura de malla. Es probable que en la prác-

tica esta diferencia pueda ser aún mayor dado que dentro de los valores anteriores fueron considerados los animales retenidos, los cuales fueron más abundantes en la red de menor abertura y que de acuerdo a nuestra experiencia en el momento de la cosecha probablemente habrán muerto o crecido en muy escasa medida.

LITERATURA CITADA

- ANDREU, B. 1960. Ensayo sobre el efecto de la luz en el ritmo de crecimiento del mejillón (*Mytilus edulis*) en la ría de Vigo. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.), 58: 217-236.
- ANDREU, B. 1976. El cultivo del mejillón en Europa. II. Aspectos biológicos y ecológicos; enemigos y parásitos. En: Seminarios de Biología Marinha 47: 23-35. J. E. Lunetta y M. Grempele (ed.). Anais de Academia Brasileira de Ciências.
- BARTHOLOMEW, D. J. 1959a. A test of homogeneity for ordered alternatives. Biometrika, 46: 36-48.
- BARTHOLOMEW, D. J. 1959b. A test of homogeneity for ordered alternatives II. Biometrika, 46: 328-335.
- BREGEON, L. 1977. Richesses et productions marines de la Baie du Mont-Saint-Michel. La mytiliculture. Science et Peche, 267, 29 pp.
- BRUZONE, J. H. 1982. Funciones del pie en *Mytilus edulis chilensis* (Hupe). Physis (Buenos Aires), Secc. A. 41 (100): 51-61.
- DARDIGNAC-CORBEIL, M. 1975. La culture des moules sur bouchots. Science et Peche, 244, 10 pp.
- FIGUERAS, A. 1979. Cultivo del mejillón, *Mytilus edulis*, y posibilidades para su expansión. En "Advances in aquaculture", FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japón, 1976; editado por T. V. R. Pillay y Dill, Wm. A.: 361-371.
- FLEISS, J. L. 1981. Statistical methods for rates and proportions. Wiley, 321 pp.
- GONZÁLEZ, L. M. 1973. Comparación entre el sistema español de encordar mitflidos y el sistema francés, actualmente en experimentación. Inst. Fomento Pesq., Chile, Circular 82, 10 pp.
- HURLBURT, C. G. & S. W. HURLBURT, 1980. European mussel culture technology and its adaptability to North American waters. En: Mussel culture and harvest: a

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Sr. Miguel A. Díaz la inestimable ayuda prestada en las tareas de campo y en el armado de los encordados, y al Centro Nacional Patagónico (CONICET) por facilitar los laboratorios y el equipamiento necesarios para llevar a cabo la experiencia.

- North American perspective: 69-78. R. A. Lutz (ed.). Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam.
- KORRINGA, P. 1976. Farming marine organisms low in the food chain. A multidisciplinary approach to edible seaweed, mussel and clam production. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 264 pp.
- LUCAS, A. 1976. La mytiliculture. En: Oceanographie biologique appliquee. Editada por P. Bougis, Masson Ed.: 245-247.
- MAXWELL, A. E. 1966. Análisis estadístico de datos cualitativos. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, Manuales N° 222/222a, 212 pp.
- MYRAND, B. Y BASTIEN, Y. 1985. L'industrie mytilicole a l'Île du Prince Edouard et en Nouvelle Ecosse. Rapport d'un stage d'observation. Min. Agric. Pecheries et Alim. Quebec, Cahier d'Information (115), 54 pp.
- ROSS, R. 1982. Report on intensive mussel culture in the Adriatic. Aquaculture Technical Bulletin, National Board for Science and Technology, Dublin, 43 pp.
- SENAWONG, CH. 1970. Biological studies of littoral mussel, *Hornomya mutabilis* (Gould). I. Preliminary observations on the moving ability. Publ. Seto Mar. Lab., 18 (4): 233-242.
- SNEDECOR, G. W. & W. G. COCHRAN, 1967. Statistical methods. Iowa State University Press, Ames, Iowa, 593 pp.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1981. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. Freeman and Co., New York, 859 pp.
- ZADSO, H. E., C. T. PASTOR, & J. H. VINUESA, 1976. Observaciones preliminares sobre el crecimiento de *Mytilus edulis chilensis* Hupe en condiciones de cultivo. CIBIMA, Argentina, Cont. Téc. 25, 12 pp.
- ZADSO, H. E., R. ELIAS, & J. H. BRUZONE, 1978. Algunos factores que afectan la formación de filamentos bisales en *Aulacomya ater ater* (Molina). Physis (Buenos Aires), Secc. A, 38 (95): 19-30.

