

NOTA CIENTÍFICA

# Efecto de la densidad sobre el crecimiento en fase de engorde del mejillón, *Mytilus edulis platensis*, en el golfo San Jorge, Patagonia argentina

Stock density effects on mussel growth *Mytilus edulis platensis* in San Jorge gulf, Argentinian Patagonia

Tomás E. Isola<sup>1\*</sup> y Bernardo G. Marques<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Desarrollo Costero (IDC), Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Facultad de Ciencias Naturales de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Centro de Investigación y Transferencia Golfo San Jorge (CIT GSJ), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ciudad Universitaria, Km 4, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina

<sup>2</sup>Instituto de Desarrollo Costero (IDC), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), Centro de Investigación y Transferencia Golfo San Jorge (CIT GSJ), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ciudad Universitaria, Km 4, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina

\*Autor correspondiente: [isolatomas@yahoo.com.ar](mailto:isolatomas@yahoo.com.ar)

**Abstract.** The aim of this study was to determine the stock density effect on size and biomass on mussel *Mytilus edulis platensis*, at growth up phase ropes. These ropes were made using three initial stocking densities: 200, 300 and 400 mussels m<sup>-2</sup> and hung on in a longline at Belvedere site on San Jorge gulf, Argentina. Stock density showed no influence on individual mussel biomass. Higher growth length was obtained at higher densities. According to these results, when the mussels are in the fattening or thinning out phase, the optimum stocking density would be 300 to 400 mussels m<sup>-2</sup>.

**Key words:** Mussel culture, stock density, growth

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de mejillón constituye una enorme fuente de alimento e ingresos económicos para los países productores (FAO 2018). Uno de los principales ejes de manejo del cultivo lo constituye la densidad de encordado, es decir, el número de individuos que son colocados para el engorde por unidad lineal de cuerda. A medida que la cantidad de animales en las cuerdas es mayor, se produce un aumento en la competencia por espacio y alimento (Fréchette & Lefavre 1990, Fréchette *et al.* 1996, 2010; Fréchette & Bacher 1998, Alunno-Bruscia *et al.* 2000, Guiñez 2005, Fuentes-Santos *et al.* 2014). La intensidad de esta competencia depende de la cantidad de individuos presentes y de la disponibilidad natural de alimento en el área de cultivo (Alunno-Bruscia *et al.* 2000, Fréchette *et al.* 2010, Bordon *et al.* 2014). El aumento de la densidad de cultivo produce una reducción en el crecimiento, tanto en talla como en peso (Fréchette & Bacher 1998, Zaixso & Lizarralde 2001, Lauzon-Guay *et al.* 2005, Cubillo *et al.* 2012). Por otra parte, a medida que la densidad de animales aumenta, la competencia también puede generar muerte densodependiente (Begon *et al.* 1986, Fréchette & Lefavre 1990, Cubillo *et al.* 2012).

Regular las densidades iniciales en las cuerdas de cultivo es una de las formas de mitigar el efecto de esta competencia sobre el crecimiento y la mortalidad, con el consecuente aumento en el rendimiento económico del cultivo (Cubillo *et al.* 2012, Pérez-Camacho *et al.* 2013).

En Argentina, esta actividad se halla en una fase temprana de desarrollo, con experiencias de cultivo a microescala a lo largo del litoral costero de la Patagonia (Isola 2017). En la región costera central del golfo San Jorge, el cultivo de mejillón se realiza mediante sistema suspendido en *long-line*. Las producciones de pequeña escala realizadas en el área no han contemplado el efecto de la densidad de siembra sobre la productividad general del lote de mejillones cultivado. La estrategia de engorde utilizada hasta el momento fue siembra directa sin desdoble (*thinning-out*, Cubillo *et al.* 2012) a una densidad no regulada sistemáticamente. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo determinar el efecto de la densidad de siembra de mejillones, *Mytilus edulis platensis*, sobre el crecimiento general en las cuerdas de engorde.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra ubicada en la región costera central del golfo San Jorge, Provincia del Chubut, Argentina. Las aguas del golfo tienen su origen en la mezcla del agua subantártica, procedente de la corriente del Cabo de Hornos, con la que proviene del Estrecho de Magallanes, de baja salinidad, producida por el aporte de aguas continentales (Bianchi *et al.* 1982). Los valores de temperatura del agua del fondo dentro del golfo varían entre los 5,83 °C en invierno y 15,25 °C en el verano (Fernández 2006). Los rangos de salinidad registrados en diferentes campañas (Akselman 1996, Fernández *et al.* 2005, 2008) muestran poca variabilidad, con valores del orden de los 33 a 33,6. En aguas costeras y durante el verano, se han registrado salinidades entre 33,8 y 34,5 (Vinuesa 2008)<sup>1</sup>. La productividad primaria del área registra dos picos, uno a comienzos de la primavera y otro a comienzos del otoño (Carreto *et al.* 2007).

La investigación se localizó en Playa Belvedere (45°59'12,13"S y 67°33'17,45"O). En este sitio la profundidad es de 15 m en relación a la altura media de las mareas. Se instaló un sistema de cultivo tipo *long-line* de 100 m de longitud. El encordado efectuado para el engorde fue el tipo francés modificado. Este dispositivo consiste de una red tubular central de algodón que contiene los mejillones y una malla plástica de 4 cm de abertura de malla que, a su vez, rodea la malla de algodón y sirve como sostén para la fijación de los mejillones. Se confeccionaron cuelgas de 1 m de longitud y cada 50 cm se colocaron palillos, que sirven como sostén anexo de los mejillones contenidos en el estrato de la cuerda. Para evaluar el efecto de la densidad sobre el crecimiento se utilizaron mejillones de  $37,2 \pm 5,2$  mm de longitud, de aproximadamente 7 meses de edad, obtenidos de un centro de producción controlado o *hatchery*. El 4 de setiembre de 2011 se instalaron un total de 18 cuelgas, 6 por cada densidad evaluada: 200, 300 y 400 mejillones m<sup>-1</sup>. Se realizaron dos muestreos, a los 3 meses (6 de diciembre 2011) y a los 6 meses (8 de marzo 2012), en los que se retiraron tres cuerdas por densidad analizada. De cada cuelga se extrajo una muestra de 50 mejillones a los que se midió la talla inicial y final (distancia umbo-marca del borde posterior al momento de encordado y umbo-borde posterior respectivamente). Por cada densidad y tiempo de crecimiento se muestrearon 30 mejillones a los que se les extrajo el tejido blando para secarlo en estufa a 65 °C hasta alcanzar peso constante (peso de la masa seca).

Finalmente, con el objeto establecer un parámetro para futuras comparaciones de rendimiento cárnico, se analizó la relación funcional entre el peso de la masa seca y el peso húmedo (pulpa fresca) de los mejillones. Para ello, se extrajo la carne fresca de un total de 48 mejillones de 6 meses de crecimiento, se escurrió durante 5 min sobre papel secante y cada individuo fue secado en estufa a 65 °C, hasta alcanzar peso constante.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se aplicó un modelo ANCOVA factorial ( $\alpha= 0,05$ ) (Rutherford 2001) con el objeto de evaluar el efecto de la densidad de encordado y el tiempo de engorde sobre la talla. La covariable utilizada fue la talla inicial, el mes de muestreo y la densidad de encordado como factores fijos. Para cumplir con el supuesto de homogeneidad de pendientes de las rectas de regresión entre la variable dependiente (talla final) y la covariable (talla inicial), las tallas se transformaron con la función logarítmica. Se testearon los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad través de la prueba de Levene y de Shapiro Wilks ( $\alpha= 0,05$ ), respectivamente. Posteriormente, se analizaron qué tallas promedio diferían entre sí mediante una prueba de Tukey HSD ( $\alpha= 0,05$ ).

Se aplicó un ANOVA factorial ( $\alpha= 0,05$ ) (Rutherford 2001), para determinar si existían diferencias en la medias de la producción de biomasa en peso de la masa seca, considerando como factores fijos el mes y la densidad de encordado. Los datos de peso de la masa seca fueron transformados a logaritmo para cumplir con los supuestos de homocedasticidad y normalidad, evaluados a través de la prueba de Levene y de Shapiro Wilks ( $\alpha= 0,05$ ) respectivamente.

Por último, con el objeto de establecer la relación entre el peso de la masa seca y peso húmedo de los mejillones a los 6 meses de crecimiento, se realizó un ANOVA en regresión ( $\alpha= 0,05$ ) (Rutherford 2001) y se modeló la ecuación de la recta que relaciona ambas variables. Por otra parte, se construyó un intervalo de confianza al 95% para la media de la relación porcentual del (peso húmedo) (peso seco)<sup>-1</sup>.

<sup>1</sup>Vinuesa JH. 2008. Dinámica del asentamiento de poblaciones bentónicas en fondos duros del golfo San Jorge. Proyecto 'Prevención de la contaminación costera y gestión de la diversidad biológica marina' GEF/BIRF. Subproyecto AB67, Informe Final, 75 pp.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### CRECIMIENTO EN TALLA

Los mejillones alcanzaron, a los 3 meses de engorde, una talla media de  $49,12 \pm 6,56$  mm. A los 6 meses de engorde se obtuvieron mejillones de una talla promedio de  $60,26 \pm 6,56$  mm, tamaño mínimo apto para la venta en el mercado interno (Tabla 1). Las tasas de crecimiento diarias alcanzadas en esta experiencia fueron de 0,116; 0,131 y 0,134 mm día<sup>-1</sup> para 200, 300 y 400 ind. m<sup>-1</sup>, respectivamente. El promedio general fue de 0,127 mm día<sup>-1</sup> unificando todas las densidades.

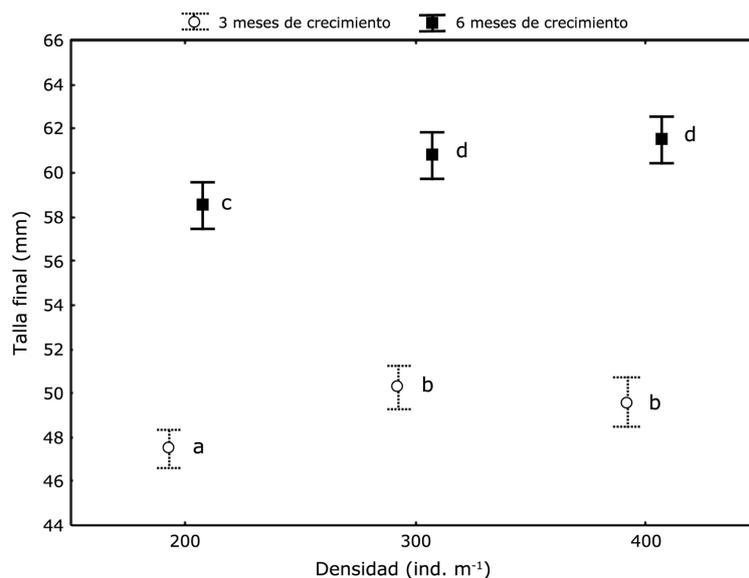
El crecimiento en la talla registró interacción entre la densidad de siembra y el tiempo de engorde (ANCOVA  $F_{(2, 893)} = 8,207$ ;  $P < 0,001$ ; Fig. 1) es decir, presentó una tendencia diferente entre los meses de muestreo. Los mejillones de 6 meses de engorde presentaron mayor talla que a los 3 meses (Tukey HSD,  $P < 0,0001$ ). En ambos muestreos, la densidad más baja (200 ind. m<sup>-1</sup>) registró un crecimiento medio significativamente menor que las restantes densidades (prueba de Tukey  $P < 0,0001$ ). Sin embargo, no se detectaron diferencias durante toda la experiencia entre las densidades más elevadas (300 y 400 ind. m<sup>-1</sup>).

Las tasas de crecimiento alcanzadas en esta experiencia (0,127 mm día<sup>-1</sup>) permiten suponer que los mejillones alcanzan una talla, que es comercializable en el mercado local, al cabo de 6 meses desde su siembra, aunque es preciso tener en cuenta que este crecimiento se obtuvo debido a que la talla inicial de la semilla utilizada fue elevada ( $37,2 \pm 5,2$  mm), pudiendo ser calificada como una “talla de desdoble” según el sistema de cultivo español (Cubillo *et al.* 2012, Pérez-Camacho *et al.* 2013). Considerando el tiempo de crecimiento en criadero (7 meses), para llegar a la talla a la que se adquirieron los mejillones y adicionando el periodo de engorde de este estudio (6 meses), el tiempo total es de aproximadamente 13 meses. Por otra parte, el crecimiento en talla fue menor en la menor densidad, mientras que las mayores densidades presentaron crecimiento similares. Esta tendencia también fue observada por Lauzon-Guay *et al.* (2005) quienes durante los primeros meses de cultivo registraron que aquellos individuos cultivados a menores densidades exhibieron un menor crecimiento.

**Tabla 1. Talla media (TM) de los mejillones (mm) y peso medio de la masa seca (PMMS) (g) en función de la densidad de siembra (ind. m<sup>-1</sup>) y el tiempo de crecimiento (mes). Límite inferior (LI TM) y límite superior (LS TM) del intervalo al 95% de confianza para la talla media (mm). Límite inferior (LI PMMS) y límite superior (LS PMMS) del intervalo al 95% de confianza del peso medio de la masa seca (g) / Average size (TM) of mussels (mm) and average weight of dry mass (PMMS) (g) based on seeding stock density (ind. m<sup>-1</sup>) and growth time (month). Lower limit (LI TM) and upper limit (LS TM) of the 95% confidence interval for mean size (mm). Lower limit (LI PMMS) and upper limit (LS PMMS) of the 95% confidence interval for mean dry weight (g)**

Densidad (ind. m <sup>-1</sup> )	Tiempo de crecimiento (mes)	TM	ST	LI TM 95%	LS TM 95%	n	PMMS	SMMS	LI PMMS 95%	LS PMMS 95%	n
200	3	47,55	5,99	46,58	48,52	150	0,80	0,27	0,70	0,90	30
300	3	50,26	5,90	49,31	51,21	150	0,66	0,16	0,60	0,71	30
400	3	49,54	7,42	48,34	50,74	150	0,82	0,26	0,71	0,92	27
Total		49,12	6,56	48,51	49,72	450	0,76	0,24	0,70	0,81	87
200	6	58,51	6,69	57,43	59,59	150	1,56	0,50	1,37	1,75	28
300	6	60,78	6,86	59,68	61,89	150	1,45	0,56	1,23	1,66	29
400	6	61,48	6,69	60,41	62,56	150	1,26	0,39	1,11	1,41	30
Total		60,26	6,85	59,62	60,89	450	1,42	0,50	1,31	1,53	87

TM: Talla media, ST y SMMS: desviación estándar de la talla y del peso de la biomasa seca, respectivamente, n: tamaño de la muestra, PMMS: peso medio de la masa seca, LS: límite superior, LI: límite inferior



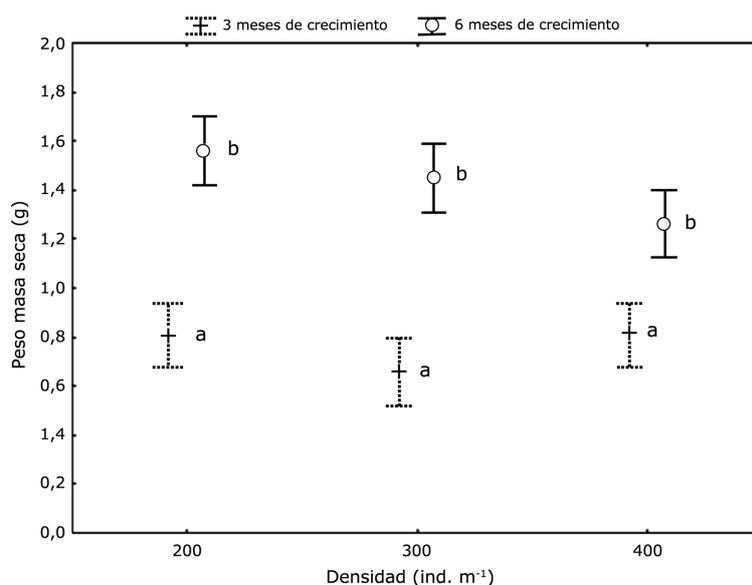
**Figura 1.** Talla media (mm) en función de la densidad de siembra (ind. m<sup>-2</sup>) y el tiempo de crecimiento (mes) de los mejillones. Las barras verticales indican límites del intervalo de confianza del 95% para la talla media. Las diferentes letras denotan diferencias significativas entre medias según prueba de Tukey HSD ( $\alpha=0,05$ ). Covariable Log tamaño inicial 3,62 / Mean size (mm without transformation) based on seeding stock density (ind. m<sup>-2</sup>) and growth time (month) of the mussels. Vertical bars denote 95% confidence interval limit for the mean size. Different letters denote significant differences between means size according to Tukey HSD test ( $\alpha=0.05$ ). Covariable Log initial size 3.62

Si bien el crecimiento en talla de los mejillones en un cultivo es un proceso densodependiente (Cubillo *et al.* 2012), los límites de la influencia de la densidad sobre esta variable son relativos a la competencia que efectivamente exista por el espacio y el alimento en el ambiente (Alunno-Bruscia *et al.* 2000, Lauzon-Guay *et al.* 2005). En esta experiencia, las densidades de encordado son menores que aquellas utilizadas en otros países como España, donde en el proceso de desdoble, la siembra de engorde es del orden de los 400, 500 ó 600 mejillones m<sup>-2</sup> (Pérez Camacho *et al.* 2013). La combinación de una baja densidad de siembra de engorde (por debajo de los estándares españoles) y un ambiente natural sin presencia de otros cultivos, constituyen un escenario óptimo para el crecimiento, donde la competencia por el espacio y el alimento no constituyen factores limitantes.

#### CRECIMIENTO EN PESO

En relación al peso de la masa seca de los mejillones, el promedio total fue de  $0,76 \pm 0,24$  y  $1,42 \pm 0,50$  g, para 3 y 6 meses de crecimiento respectivamente. En la Tabla 1 se indica para cada densidad y tiempo de crecimiento el peso de la masa seca promedio y sus límites de confianza al 95%. En este estudio, el engorde se realizó en las estaciones del año donde la productividad primaria del golfo es máxima (Carreto *et al.* 2007), por esta razón los resultados de producción cárnica absoluta y relativa son más elevados que los encontrados en el golfo por Colombo *et al.* (2016), donde los muestreos de los mejillones fueron realizados durante el invierno.

La evaluación de la evolución de la biomasa seca a partir del ANOVA, indica diferencias significativas en el peso de la masa seca de los mejillones cultivados a los 3 y 6 meses ( $F_{(1;168)} = 134,31; P \leq 0,0001$ ) (Fig. 2). Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en el peso de la masa seca de los mejillones entre las tres densidades de siembra evaluadas ( $F_{(2;168)} = 2,33; P = 0,09$ ) para un mismo tiempo de crecimiento (Fig. 2).



**Figura 2.** Media del peso de la masa seca (g sin transformar) en función de la densidad de siembra (ind. m<sup>-1</sup>) y el tiempo de crecimiento (mes) de los mejillones. Las barras verticales denotan límites del intervalo de confianza al 95% para el peso medio. Las diferentes letras denotan diferencias significativas entre medias del logaritmo del peso de la masa seca según prueba de Tukey HSD ( $\alpha= 0,05$ ) / Mean dry weight (g without transformation) based on seeding stock density (ind. m<sup>-1</sup>) and growth time (month) of the mussels. Vertical bars denote 95% confidence interval limits for the mean dry weight. Different letters denote significant differences between logarithm dry weight means according to Tukey HSD test ( $\alpha= 0.05$ )

El crecimiento de los mejillones de cultivo está relacionado con la cantidad de individuos colocados en la cuerda en el proceso de siembra (Fréchette & Bacher 1998, Zaixso & Lizarralde 2001, Lauzon-Guay *et al.* 2005, Cubillo *et al.* 2012), dado que, al aumentar la densidad de siembra, en muchos casos se produce una disminución de los rendimientos (Alunno-Bruscia *et al.* 2000, Zaixso & Lizarralde 2001, Cubillo *et al.* 2012, Pérez-Camacho *et al.* 2013). Esta tendencia no se manifestó en la presente investigación donde la densidad de siembra no resultó ser un factor significativo sobre el peso cárnico al tiempo de cosecha. Este comportamiento coincidió también con Fuentes *et al.* (2000) en la rías Gallegas, donde no se registraron diferencias en la talla y carne de los mejillones tras el proceso de desdoble.

Por último, analizando la relación entre la biomasa seca y la húmeda, se obtuvo que la relación porcentual del peso seco y peso húmedo (% P. húmedo. P. seco<sup>-1</sup>) fue de 6,54 g (Tabla 2). Se detectó regresión lineal a partir del ANOVA ( $F_{(1,46)} = 9,76$ ,  $P < 0,0001$ ) entre el peso húmedo y el peso seco de los mejillones de 6 meses de crecimiento.

**Tabla 2.** Promedio del peso de la masa seca (g), peso húmedo (g) y relación porcentual entre peso húmedo y peso seco de los mejillones. Límite inferior (LI) y límite superior (LS) del intervalo de confianza al 95% del peso seco y húmedo / Mussels mean wet weight (g), dry mean weight (g) and percentage ratio between wet weight and dry weight. Lower limit (LI) and upper limit (LS) of the 95% confidence interval for the dry and wet weight

Variable	Promedio (g)	S	LI 95%	LS 95%
Peso húmedo	9,62	3,09	8,73	10,52
Peso seco	1,47	0,51	1,32	1,62
% P. húmedo. P. seco <sup>-1</sup>	6,54	101,04	640,47	699,15

S: Desviación estándar y límite de confianza inferior (LI) y superior (LS) al 95% para todas las variables

La función de regresión lineal hallada presentó un elevado ajuste y resultó:  $PH = 1,7856 + 5,3264 PS$ ,  $R^2 = 0,7857$ , donde PH: es el peso húmedo escurrido y PS: es el peso seco del individuo.

Concluyendo, los resultados obtenidos permiten sugerir que, al momento de planificar un cultivo con siembra de mejillones de tamaño intermedio ( $37,2 \pm 5,2$  mm), la densidad de siembra debería ser al menos entre 300 y 400 ind.  $m^{-1}$ , y la talla mínima de cosecha se obtendría a los 6 meses de la siembra. Mayor número de estudios y de mayor extensión temporal son requeridos para ahondar en la comprensión de la dinámica del crecimiento de los mejillones en las cuerdas de cultivo y sus factores asociados. Los valores de crecimiento aquí publicados podrían ser utilizados como valores de referencia previos al desarrollo de una producción a escala industrial que modifique las características del ambiente y sus implicancias en los índices de crecimiento.

## AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a los revisores anónimos que han contribuido a mejorar el presente trabajo y también al comité editorial de la revista por su labor en las tareas de edición.

## LITERATURA CITADA

- Akselman R. 1996.** Estudios ecológicos en el golfo San Jorge y adyacencias (Atlántico sudoccidental). Distribución, abundancia y variación estacional del fitoplancton en relación a factores fisicoquímicos y a la dinámica hidrogáfica. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 234 pp.
- Alunno-Bruscia M, PS Petraitis, E Bourget & M Fréchette. 2000.** Body size–density relationship for *Mytilus edulis* in an experimental food-regulated situation. *Oikos* 90(1): 28-42.
- Begon M, L Firbank & R Wall. 1986.** Is there a self-thinning rule for animal populations? *Oikos* 46: 122-124.
- Bianchi A, M Masonneau & R Oliviera. 1982.** Análisis estadístico de las características T-S del sector austral de la plataforma continental Argentina. *Acta Oceanográfica Argentina* 3: 93-118.
- Bordon ICAC, HLA Marques, JL Alves, A Rossi & IL Pecora. 2014.** Influence of densities on the growth of brown mussel *Perna perna* L. cultivated in suspended socks at Caraguatatuba, southeastern Brazil. *Aquaculture International* 22(2): 541-549.
- Carreto JI, MO Carignan, NG Montoya & AD Cucchi-Colleoni. 2007.** Ecología del fitoplancton en los sistemas frontales del Mar Argentino. En: Carreto JI, C Bremec, EE Boschi (eds). *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*, Tomo 5: 11-31. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata.
- Colombo J, M Varisco, T Isola, C Crovetto, E Rost & S Risso. 2016.** Composición química proximal y perfil de ácidos grasos del mejillón *Mytilus edulis* provenientes de cultivos y bancos naturales en el Golfo San Jorge, Argentina. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 51: 293-299.
- Cubillo AM, LG Peteiro, MJ Fernández-Reiriz & U Labarta. 2012.** Influence of stocking density on growth of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) in suspended culture. *Aquaculture* 342/343: 103-111.
- FAO. 2018.** The state of the world fisheries and aquaculture 2018, 210 pp. FAO, Rome. <<http://www.fao.org/3/i9540en/i9540en.pdf>>
- Fernández M. 2006.** Características físico químicas de los sedimentos del golfo San Jorge y su relación con los organismos bentónicos del sector. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, 314 pp.
- Fernández M, JI Carreto, J Mora & A Roux. 2005.** Physico-chemical characterization of the benthic environment of the San Jorge Gulf, Argentina. *Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom* 85: 1317-1328.
- Fernández M, J Mora, A Roux, AD Cucchi-Colleoni & JC Gasparonia. 2008.** New contribution on spatial and seasonal variability of environmental conditions of the golfo San Jorge benthic system, Argentina. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88(2): 227-236.
- Fréchette M & C Bacher. 1998.** A modelling study of optimal stocking density of mussel populations kept in experimental tanks. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 219(1-2): 241-255.
- Fréchette M & D Lefavre. 1990.** Discriminating between food and space limitation in benthic suspension feeders using self-thinning relationships. *Marine Ecology Progress Series* 65: 15-23.
- Fréchette M, P Bergeron & P Gagnon. 1996.** On the use of self-thinning relationships in stocking experiments. *Aquaculture* 145: 91-112.
- Fréchette M, M Lachance-Bernard & G Daigle. 2010.** Body size, population density and factors regulating suspension-cultured blue mussel (*Mytilus* spp.) populations. *Aquatic Living Resources* 23(3): 247-254.
- Fuentes J, V Gregorio, R Giráldez R & J Molares. 2000.** Within-raft variability of the growth rate of mussels, *Mytilus galloprovincialis*, cultivated in the Ria de Arousa (NW Spain). *Aquaculture* 189: 39-52.
- Fuentes-Santos I, AM Cubillo, MJ Fernández-Reiriz & U Labarta. 2014.** Dynamic self-thinning model for sessile animal populations with multi-layered distribution. *Reviews in Aquaculture* 6(2): 115-127.
- Guíñez R. 2005.** Layering, the effective density of mussels and mass-density boundary curves. *Oikos* 110(1): 186-190.
- Isola T. 2017.** Aspectos tecnológicos y bio-ecológicos del asentamiento de mejillón, *Mytilus edulis platensis*, sobre colectores artificiales. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 153 pp.
- Lauzon-Guay J, M Dionne, MA Barbeau & DJ Hamilton. 2005.** Effects of seed size and density on growth, tissue-to-shell ratio and survival of cultivated mussels (*Mytilus edulis*) in Prince Edward Island, Canada. *Aquaculture* 250: 652-665.

**Pérez-Camacho A, U Labarta, V Vinseiro & MJ Fernández-Reiriz. 2013.** Mussel production management: raft culture without thinning-out. *Aquaculture* 406: 172-179.

**Rutherford A. 2001.** *Introducción Anova and Ancova. A GLM Approach*, 182 pp. Sage Publications, Newbury Park.

**Zaixso HE & Z Lizarralde. 2001.** Efectos del desdoble sobre la biomasa cosechable de *Mytilus platensis* D'Orb. en cultivo. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 14: 109-123.

---

Recibido el 10 de octubre de 2019 y aceptado el 24 de julio de 2020

Editor: Claudia Bustos D.