

EVALUACIÓN DE UN PROMOTOR MULTIFUNCIONAL EN EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE JUVENILES DE LENGUADO *Paralichthys adspersus* (STEINDACHNER, 1867)

EVALUATION OF A MULTIFUNCTIONAL PROMOTER ON THE GROWTH AND SURVIVAL OF JUVENILE *Paralichthys adspersus* (STEINDACHNER, 1867)

Cruz Prieto¹Luis Gonzales¹Jhon Alvarez¹Francisco Ganoza¹Jean García¹Roger Blas¹Félix Airahuacho²

RESUMEN

PRIETO, C., GONZALES, L., ALVAREZ, J., GANOZA, F., GARCÍA, J, BLAS, R. & AIRAHUACHO, F. (2023). Evaluación de un promotor multifuncional en el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de lenguado *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867). *Inf Inst Mar Perú*, 50(3), 421-427.- *Paralichthys adspersus* es una especie con alto potencial económico para el desarrollo de la acuicultura en el Perú, el uso de un promotor multifuncional alternativo en su dieta podría ser una solución eficaz en su alimentación durante su cultivo. El objetivo de la investigación fue evaluar el uso de dos niveles de promotor multifuncional (PMF) en la dieta de juveniles de lenguado para determinar su crecimiento y sobrevivencia en un periodo de cuatro meses. Se utilizó 200 ejemplares con promedios de 20,0 ± 0,26 g y 11,5 ± 0,06 cm, distribuidos en tres tratamientos (T1: 0, T2: 2 g y T3: 4 g por kilogramo de alimento) con tres repeticiones. Se efectuó un análisis de varianza de una sola vía (p<0,05) para establecer las diferencias significativas entre los tratamientos, luego se aplicó la comparación de medias múltiples por el método de Tukey (p<0,05). Los resultados muestran que los ejemplares del tratamiento T3 fueron los que mostraron mayor incremento en peso (37,29 g) y biomasa (820,3 g), con respecto a la longitud tuvieron incremento de longitud de 4,59 cm. La sobrevivencia más alta (100%) se logró en los tratamientos T2 y T3 que fueron enriquecidos con 2 y 4 g de PMF/kg de alimento. Los resultados demuestran que a mayor nivel de inclusión de PMF en la dieta se logra mejorar el incremento de peso y sobrevivencia de los ejemplares. PALABRAS CLAVE: *Paralichthys adspersus*, promotor multifuncional, ganancia de peso, supervivencia

ABSTRACT

PRIETO, C., GONZALES, L., ALVAREZ, J., GANOZA, F., GARCÍA, J, BLAS R. & AIRAHUACHO F. (2023). Evaluation of a multifunctional promoter on the growth and survival of juvenile *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867). *Inf Inst Mar Perú*, 50(3), 421-427.- *Paralichthys adspersus*, a species with significant economic potential for aquaculture in Perú, holds promise for enhanced nutrition during cultivation through the incorporation of a multifunctional promoter (MP) into its diet. This study aimed to assess the impact of two different levels of MP in the diet of juvenile *P. adspersus* on their growth and survival over a four-month period. Two hundred specimens, with average weights of 20.0 ± 0.26 g and lengths of 11.5 ± 0.06 cm, were distributed into three treatment groups (T1: 0, T2: 2 g, and T3: 4 g per kilogram of food), each with three replicates. Statistical analysis included one-way analysis of variance (p<0.05) to determine significant treatment differences, followed by Tukey's multiple comparison method (p<0.05). Our results revealed that specimens in treatment T3 exhibited the most substantial weight gain (37.29 g) and biomass increase (820.3 g) along with a length increment of 4.59 cm. The highest survival rate (100%) was observed in treatments T2 and T3, enriched with 2 and 4 g of MP per kilogram of food, respectively. These findings underscore the positive correlation between increased MP inclusion in the diet and improved weight gain and survival among the specimens. KEYWORDS: *Paralichthys adspersus*, multifunctional promoter, weight gain, survival

1. INTRODUCCIÓN

Según FAO (2002), sesenta y cuatro países se dedicaron a la producción de trucha arco iris, la mayoría emplearon el sistema de menor escala en comparación a los principales centros de producción de trucha localizados en Europa, Norteamérica, Chile, Japón y Australia. Debido a esta expansión y desarrollo en la acuicultura, se determinó que el costo de la alimentación representa hasta el 70 por ciento de los costos de

producción en las empresas acuícolas; una de las estrategias de reducir estos costos es promover mayor eficiencia durante el cultivo. Los promotores multifuncionales, se hacen de vital importancia debido a que generan beneficios en cuanto al rendimiento productivo, condición corporal, soporte inmunológico, por efecto de aditivos que realizan diferentes funciones en el tracto digestivo como los probióticos, prebióticos, enzimas exógenas y minerales, que mejoran la asimilación del alimento.

1 IMARPE Laboratorio Costero de Huacho, cprieto@imarpe.gob.pe

2 Escuela Profesional de Zootecnia. Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - UNJFSC

Los promotores multifuncionales son de vital importancia porque generan beneficios productivos, mejores condiciones corporales en las especies, eleva el sistema inmunológico al contener componentes como enzimas digestivas, probióticos y prebióticos que optimizan el aprovechamiento del alimento. Estos promotores han sido especialmente usados en la alimentación de aves y porcinos, mostrando resultados favorables, también hay estudios que muestran el empleo de promotores multifuncionales en trucha obteniéndose resultados favorables, sin embargo, no se han realizado evaluaciones en la alimentación de peces marinos.

El lenguado, *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) es una especie promisoría para su cultivo porque posee alta demanda y valor comercial. En el Perú, es una especie nueva para el cultivo y constituye una de las especies priorizadas para diversificar la acuicultura marina (PRODUCE, 2013). Se desarrolla su cultivo tanto con fines de investigación (Instituto del Mar del Perú - IMARPE y el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - FONDEPES), como a escala piloto comercial en la costa central del Perú.

SILVA (2010) indicó que, para el lenguado, no lograban establecer los requerimientos nutricionales adecuados ni el nivel óptimo de proteína en el alimento; a pesar de ser un punto crítico para su crianza en cautiverio, debido a que requiere más de un año para alcanzar el peso comercial, por lo que estaban investigando el uso de diferentes aditivos funcionales. Entre los nuevos aditivos funcionales se encuentran los microorganismos probióticos (LARA, ESCOBAR & OLVERA, 2002), que se presentan como una alternativa potencial y efectiva, tanto para ser promotores de crecimiento como sustancias que previenen la proliferación de enfermedades en los sistemas de cultivo, teniendo la ventaja de poder ser incluidos en los alimentos y promover su funcionalidad (NIKOSLAINEN, SALMINEN, BYLUND & OUWEHAND, 2001).

Durante las últimas décadas, los antibióticos han sido utilizados como estrategia tradicional para mejorar la productividad en peces, sin embargo, estos causan perjuicios al animal, al ser humano y al medio ambiente. Ante esta situación, la propuesta de promotores alternativos podrían ser una solución eficaz en la alimentación acuícola.

En las instalaciones del Laboratorio Costero de Huacho, IMARPE, de setiembre a diciembre 2021, se desarrolló la investigación con el objetivo de evaluar dos niveles de un promotor multifuncional en la dieta de juveniles del lenguado *Paralichthys adspersus* para determinar su crecimiento y sobrevivencia.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los promotores multifuncionales al contar con enzimas, ayudan a mejorar la digestión de múltiples nutrientes que se encuentran en los diferentes ingredientes alimenticios, maximizan la productividad mediante la mejora de la salud del pez, previniendo las bacterias patógenas como *E. coli*, *Salmonella* spp., etc., disminuyen la mortalidad, mejorando la calidad de la biomasa aumentando la ganancia diaria del peso del pez, y disminuye las toxinas internas.

En este trabajo se empleó 200 ejemplares de *P. adspersus*, con peso y talla promedio de $20,0 \pm 0,26$ g y $11,5 \pm 0,06$ cm, respectivamente; los que fueron distribuidos en 9 tanques de fibra de vidrio de 500 L de capacidad. En cada tanque se instalaron 22 peces en un volumen de 250 litros.

Durante cuatro meses, se evaluaron dos niveles de promotor multifuncional (PMF) y un control. El tratamiento 1 hizo la función de control (Tratamiento 1: 0, Tratamiento 2: 2 g y Tratamiento 3: 4 g por kg de alimento), cada tratamiento contó con sus repeticiones (Fig. 1). La distribución de los ejemplares fue de forma aleatoria en cada tanque.



Figura 1.- Distribución de los tanques y tratamiento



Figura 2.- Preparación del alimento.

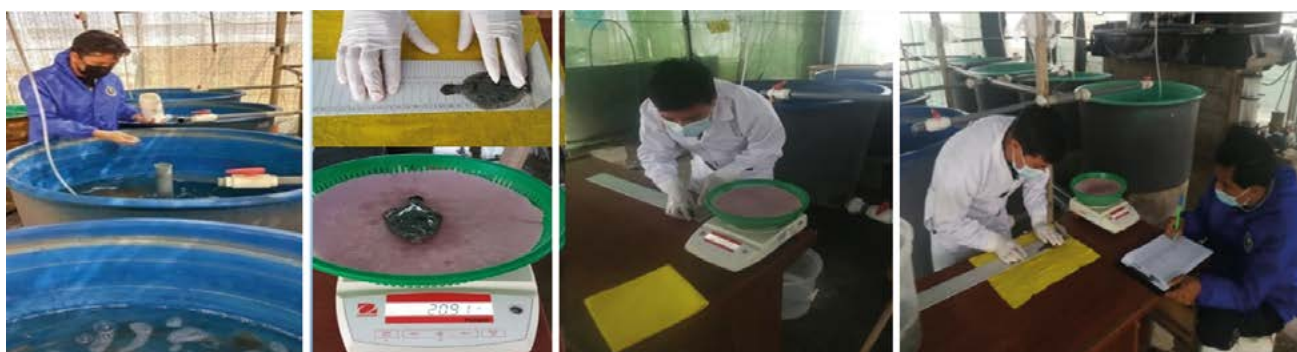


Figura 3. Alimentación y biometría de los ejemplares

El promotor (PMF) empleado en el estudio fue el ProBioenzyme® Px compuesto por varios aditivos que realizan diferentes funciones a nivel digestivo. El PMF se incorporó a la dieta del lenguado en bajas concentraciones, a fin de mejorar la absorción de nutrientes, la eficiencia alimenticia y el aumento en la velocidad de crecimiento y productividad. Para el desarrollo de las experiencias, se utilizó alimento para trucha con 42 % de proteína, presentado en forma de pellets de 4 x 4 mm de diámetro. El alimento se mezcló con el PMF diluyéndose 5 g de gelatina sin sabor en 250 mL de agua al que se adicionó el promotor en la cantidad requerida por tratamiento, finalmente se dejó secar a temperatura ambiente (Fig. 2).

El monitoreo del cultivo de los lenguados con PMF fue constante, se realizaron recambios de agua al 100 % dos veces a la semana. Los registros de parámetros físicos y químicos del cultivo, fueron diarios: la temperatura se tomó tres veces al día, 08:00, 12:00 y 16:00 horas, con un termómetro de mercurio con escala de -20 a 100 °C; el oxígeno disuelto (mg/L), se midió con el multiparametro YSI 550 para lo cual se introdujo el electrodo hasta 15 cm en el agua de cada estanque, después de un minuto se registraron los datos.

Para conocer la concentración de compuestos nitrogenados, amonio, pH y alcalinidad, se empleó un kit colorimétrico dos veces a la semana y un kit de análisis de agua La Matte 3633-05.

Los peces fueron alimentados cuatro veces al día, seis veces a la semana, entregando el 5 % de la biomasa total. Diariamente, se registró la cantidad de alimento a suministrar y la cantidad de alimento no consumido.

Los muestreos biométricos se efectuaron al 100 % de los ejemplares cada 15 días, para determinar la longitud de los peces se empleó un ictiómetro de 30 cm y para el peso una balanza digital electrónica de 3 decimales (Fig. 3).

Para determinar el desarrollo de los ejemplares, se tomó en cuenta lo siguiente:

Ganancia de peso (GP):

$$W_f - W_i$$

Ganancia de longitud (GL):

$$L_f - L_i$$

Tasa de crecimiento específico (TCE):

$$((\ln W_f - \ln W_i) / (T_f - T_i)) * 100$$

Tasa de conversión alimenticia aparente (TCAA):

$$F / \text{biomasa ganada}$$

Factor de condición (K):

$$(W / L^3) * 100$$

Sobrevivencia (%S):

$$(Nf / Ni) * 100$$

Dónde: **Wi** = Peso inicial (g), **Wf** = Peso final (g), **Li** = Longitud inicial (cm), **Lf** = Longitud final (cm), **Ln** = Logaritmo natural, **Ti** = Tiempo inicial de cultivo, **Tf** = Tiempo final de cultivo, **F** = Cantidad de alimento ingerido, **W** = Peso total (g), **L³** = Longitud total al cubo (cm), **Ni** = Numero inicial de alevines, **Nf** = Número final de alevines.

Los datos obtenidos durante los muestreos fueron procesados en el programa estadístico Excel, para realizar el análisis de varianza de una vía simple (ANOVA) y las pruebas de comparación múltiple de promedio Tukey con nivel de significancia de 95 % ($\alpha = 0,05$), se empleó el programa estadístico Minitap 17.

3. RESULTADOS

Peso y Longitud total promedio

Los ejemplares de *P. adspersus* alimentados con la dieta enriquecida con promotor multifuncional (PMF) de 4 g/kg de alimento (T3) alcanzaron mayor peso ($57,00 \pm 0,47$ g), mientras que el valor más bajo se obtuvo en el T1, (dieta no enriquecida) ($50,92 \pm 1,14$ g) (Tabla 1).

De acuerdo al análisis estadístico los tratamientos T1 y T2 no muestran diferencias significativas ($p > 0,05$), lo mismo ocurre con los tratamientos T2 y T3, mientras que los tratamientos T1 y T3 presentaron diferencias significativas (Tabla 1).

El análisis de variancia del promedio de las longitudes inicial y final, no presentan diferencias significativas ($p > 0,05$). La mejor ganancia en centímetros fue con el tratamiento T3 (16,07 cm) y la menor con el tratamiento T2 (15,56 cm) (Tabla 1).

Ganancia de longitud por tratamientos con PMF

Durante todo el periodo de estudio, los ejemplares en el T3 mostraron mayor ganancia de longitud con promedio de 4,59 cm, seguido del T1 con 4,17 cm y el T2 con 3,97 cm. Presentó diferencias significativas entre el primer y el tercer tratamiento con un margen de 0,62 cm, debido a que el T3 se trabajó con 4g/kg de alimento (Tabla 2).

Ganancia de longitud y peso en el tiempo

Durante el periodo de evaluación, se observó crecimiento continuo ascendente, el T3 tuvo mayor ganancia en longitud y peso, respondiendo a la presencia de 4g/kg de PMF en la dieta, lo que indicaría la mejor respuesta de la especie a este tratamiento (Fig. 4).

Tabla 1.- Valor promedio inicial y final de peso (g) y longitud total (cm) de *P. adspersus* en evaluación

Parámetros	Niveles de Promotor Multifuncional		
	T1 (0 g)	T2 (2 g)	T3 (4 g)
Peso (g)			
Inicial	20,07 ^A	20,22 ^A	19,71 ^A
Final	50,93 ^B	51,29 ^{AB}	57,00 ^A
Incremento de peso	30,85 ^B	31,07 ^B	37,29 ^A
Talla (cm)			
Inicial	11,56 ^A	11,59 ^A	11,48 ^A
Final	15,73 ^A	15,56 ^A	16,07 ^A
Incremento de talla	4,17 ^A	3,97 ^A	4,59 ^A
Biomasa (g)			
Inicial	441,8 ^A	444,8 ^A	433,6 ^A
Final	1103,3 ^B	1128,4 ^{AB}	1253,9 ^A
Incremento de Biomasa	661,5 ^B	683,6 ^{AB}	820,3 ^A
Tasa de crecimiento Especifico (%g/día)	0,78 ^{AB}	0,77 ^B	0,88 ^A
Total de alimento Consumido (g)	748,73	753,48	793,28
Sobrevivencia (%)	100,0 ^A	100,0 ^A	100,0 ^A

* Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Tabla 2.- Ganancia de Longitud en el estudio de lenguado con dietas con PMF

Tratamiento	Repetición	Longitud Inicial (cm)	Longitud Final (cm)	Ganancia de Longitud (cm)	Promedio (cm)
T1	R1	11,62	15,83	4,21	4,17
	R2	11,47	15,51	4,04	
	R3	11,60	15,85	4,25	
T2	R1	11,45	15,72	4,27	3,97
	R2	11,64	15,84	4,20	
	R3	11,68	15,11	3,43	
T3	R1	11,44	16,13	4,70	4,59
	R2	11,55	16,04	4,50	
	R3	11,45	16,02	4,57	

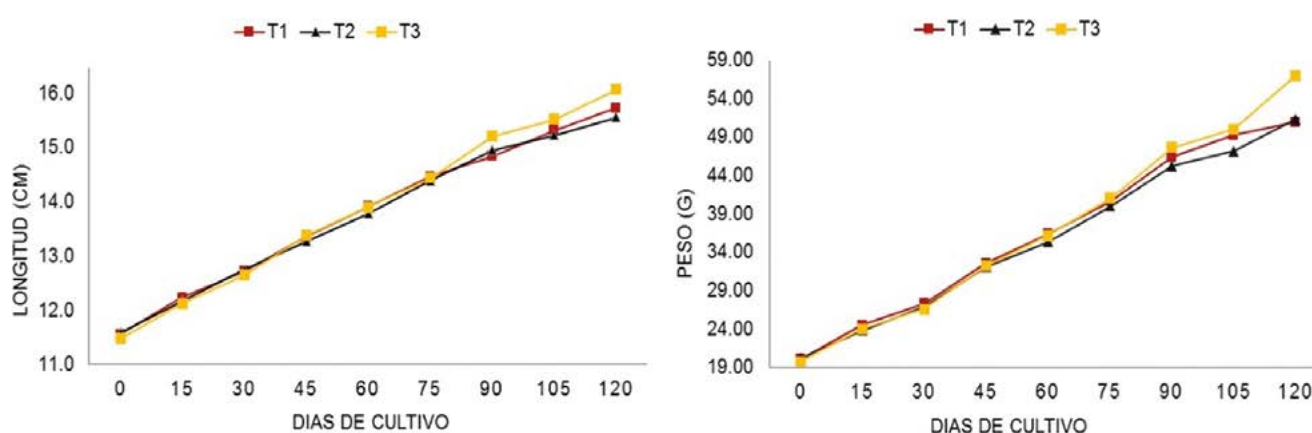


Figura 4.- Ganancia de longitud y peso en el tiempo

Biomasa por tratamientos con PMF

En el periodo de cultivo de 120 días, los ejemplares en T3 mostraron mayor ganancia de biomasa (820,30 g), seguido del tratamiento T2 (683,59 g). Presentó diferencias significativas entre el primer tratamiento y el tercero con un margen de 158,8 g; en ese mismo sentido, las diferencias existen entre el T1 y T2; T3 y T2. Estos resultados serían alentadores para el cultivo de juveniles del *P. adspersus* (Tabla 3).

Tasa de crecimiento específico (TCE)

A los 120 días de estudio, los ejemplares del T3 mostraron mayor TCE (0,88 % g/día). El análisis de varianza señaló que los tratamientos T2 y T3 presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$). Los tratamientos T1 y T2, así como T1 y T3 no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$) (Tabla 4).

Tasa de Conversión Alimenticia aparente (TCAA)

El análisis de varianza de la tasa de conversión alimenticia no muestra diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos.

La TCAA, demostró que la mayor eficiencia se dio en el tratamiento T3 con 1,01.

Sobrevivencia

Durante todo el estudio, 120 días de cultivo, el T1 alcanzó la sobrevivencia de 98,5 % y del 100 % en los tratamientos T2 y T3, lo que indicaría lo positivo para del PMF utilizado.

Calidad de agua del cultivo

Los parámetros fisicoquímicos del agua controlada en el cultivo del lenguado con promotor multifuncional, se encontraron dentro de los rangos permitidos para el cultivo (Tabla 5).

Tabla 3.- Ganancia de biomasa en los tratamientos con PMF, estudio de lenguado

Tratamiento	Repetición	Biomasa Inicial (g)	Biomasa Final (g)	Ganancia de biomasa (g)	Promedio (g)
T1	R1	450,82	1083,89	633,07	661,50
	R2	428,72	1091,52	662,80	
	R3	445,82	1134,44	688,62	
T2	R1	432,14	1151,72	719,58	683,59
	R2	450,05	1200,59	750,54	
	R3	452,11	1032,76	580,65	
T3	R1	433,36	1242,52	809,16	820,30
	R2	439,55	1256,62	817,07	
	R3	427,93	1262,61	834,68	

Tabla 4.- Tasa de Crecimiento en s tratamientos con PMF, estudio de lenguado

Tratamiento	Repetición	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Tasa de crecimiento (%g/día)	Promedio (g)
T1	R1	20,49	51,61	0,77	0,78
	R2	19,49	49,61	0,78	
	R3	20,26	51,57	0,78	
T2	R1	19,64	52,35	0,82	0,77
	R2	20,46	54,57	0,82	
	R3	20,55	46,94	0,69	
T3	R1	19,70	56,48	0,88	0,88
	R2	19,98	57,12	0,88	
	R3	19,45	57,39	0,90	

Tabla 5.- Parámetros fisicoquímicos del agua de cultivo de juveniles de *Paralichthys adspersus*

Parámetros	Rango	Promedio
Temperatura (°C)	15 a 21,5	18,3 ± 3,3
NAT (mg/L)	0,25 a 1,3	0,78 ± 0,53
Nitrito (mg/L)	0,1 a 1,98	1,0 ± 0,94
Nitrato (mg/L)	5 a 35,2	20,1 ± 15,1
pH	7,8 a 8,3	8,1 ± 0,25
Oxígeno (mg/L)	7,26 a 8,30	7,8 ± 0,52

4. CONCLUSIONES

La inclusión del Promotor Multifuncional (PMF) de 4,0 g/kg, mejoró la asimilación del alimento que influyó en el desarrollo de la ganancia de peso y talla de los lenguados (*Paralichthys adspersus*), alcanzando el incremento de peso (37,29 g) y la biomasa (820,3 g).

La tasa de crecimiento específico (TCE), fue mayor (P<0,05) en el tratamiento T3 (4,0 g/kg) con 0,89 %g/d, comparado a los demás trata-

mientos, demostrando un crecimiento continuo ascendente.

Se logró sobrevivencia del 100 % en los tratamientos T2 y T3, mientras que en el tratamiento T1 fue 98,5 %, demostrando la influencia en el fortalecimiento de los juveniles de la especie por parte del PMF empleado.

Se determinó que los parámetros de calidad del agua, al mantenerse constantes, influenciaron en el desarrollo de los ejemplares de lenguados cultivados con promotor multifuncional.

5. REFERENCIAS

- CHAUPIS, R. F. (2006). Efecto de la adición de enzimas digestivas en dietas de juveniles de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). [Tesis para optar el grado de Ingeniero Pesquero]. Lima-Perú. UNALM.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2002). Control de calidad de insumos y dietas Acuícolas. Curso Regional de Capacitación (Santiago de Chile, 20/9-8/10/1993) organizado por el Proyecto AQUILA II y ejecutado por Fundación Chile. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB482S/AB482S00.htm#TOC>
- LARA FLORES, M., ESCOBAR BRIONES, L., OLVERA NOVOA, M. (2002). Avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). En: L. E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M. G. Gaxiola-Cortés, N. Simoes, N. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola VI*. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Cancún, Quintana Roo, México. [file:///C:/Users/afcd/Downloads/admin,+22%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/afcd/Downloads/admin,+22%20(1).pdf)
- NIKOSLAINEN, S., SALMINEN, S., BYLUND, G. & OUWEHAND, A. (2001). Characterization of the properties of human and dairy derived probiotics for prevention of infectious diseases in fish. *Appl. Environ Microbiol*, 67, 2430-2435. DOI:[10.1128/AEM.67.6.2430-2435.2001](https://doi.org/10.1128/AEM.67.6.2430-2435.2001)
- PRODUCE. (2013). (en línea). Programa Nacional de Ciencia, Desarrollo Tecnológico e Innovación en Acuicultura (C+DT+i) 2013-2021. Acceso 25/05/2016.
- SILVA, A. (2010). Culture of Chilean flounder. En: H. V. Daniels & W. O. Watanabe (eds). *Practical flatfish culture and stock enhancement* (pp. 30-45). Wiley-Blackwell, Ames.