

¿ESTAN DADAS LAS CONDICIONES PARA INICIAR EL CULTIVO DE *Seriola lalandi* A NIVEL COMERCIAL?

SOLUCIÓN TECNOLÓGICA DE ENGORDA, PARA EL ESCALAMIENTO COMERCIAL DEL DORADO (*Seriola lalandi*) EN LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA.

Arnaldo Vilaxa Olcay¹; R. Ávila Palape¹; M. Pizarro Álvarez¹;
J. Oliva López²; C. Merino Pinochet²; R. Karmelic Pavlov³.

¹Centro de Estudios Marinos y Limnológicos (CEMYL) Universidad de Tarapacá, Arica-Chile

²Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM); ³CORPESCA S.A.

avilaxa@uta.cl; ravilap@uta.cl; mapizarro@uta.cl;
joliva@ciamchile.cl; cmerino@ciamchile.cl; rkarmelic@corpesca.cl

ANTECEDENTES

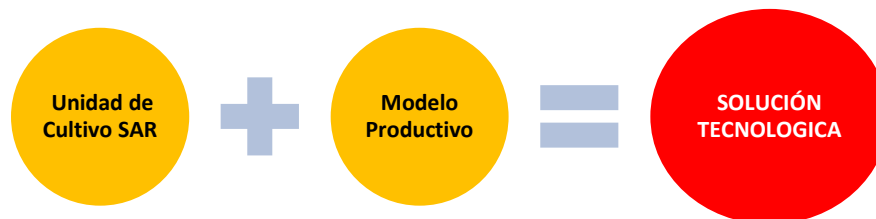
En los últimos años, Chile ha estado gestando y desarrollando proyectos de investigación dirigidos a la acuicultura de peces marinos de importancia comercial. En este contexto, el Programa para la Diversificación de la Acuicultura Chilena (PDACH) busca contribuir al desarrollo de nuevas industrias organizadas alrededor del cultivo y comercialización de peces marinos de alto potencial exportador. El PDACH identificó, en *Seriola lalandi* (dorado), un recurso con potencial acuícola para la zona norte del País. El interés por el cultivo del recurso, a nivel nacional e internacional, está dado por su rápido crecimiento, su adaptación a condiciones de cultivo, su valor comercial (sobre 8 US\$ kilo).

Durante la última década diversas instituciones han desarrollado investigaciones en torno al dorado (Universidad de Antofagasta, Fundación Chile, Acuinor S.A., Universidad Católica del Norte y recientemente Universidad de Tarapacá). Sin embargo, el avance tecnológico alcanzado no logra generar una condición favorable a la inversión, aún persisten desafíos importantes de abordar para cerrar el ciclo productivo de *Seriola lalandi* en nuestro País.

En este escenario y con el objeto de generar herramientas orientadas al desarrollo de tecnologías para dar soluciones integrales al sector productivo de la Región XV, la Universidad de Tarapacá junto al Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM), sumado a la colaboración de Corpesca y apoyo de Innova Chile de Corfo; iniciaron a principios del 2013, un proyecto de I+D que buscaba obtener una solución tecnológica de bajo costo que optimizara parámetros de cultivo para la engorda de *Seriola lalandi*.

RESULTADOS

La solución tecnológica obtenida comprende dos componentes esenciales:



UNIDAD DE CULTIVO SAR

A partir de la conformación de un equipo multidisciplinario formado por profesionales y técnicos asociados a la industria pesquera e investigadores vinculados al quehacer universitario, se desplegó un aprendizaje mutuo, que dio como resultado el diseño, funcionalidad, definición de materiales y otros, para la construcción de la componente Unidad de Cultivo SAR (**Figs. 1 y 2**). El costo de la unidad básica de producción desarrollada es de: **16.667 US\$**.

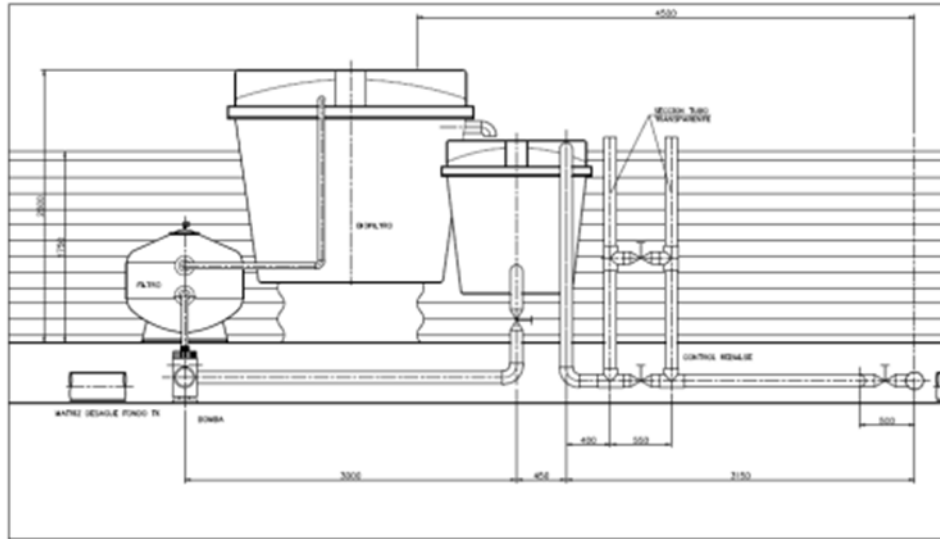


Figura. 1.- Diseño del Sistema Acuícola de Recirculación (SAR) en el cual se ha optimizado la circulación del agua, una elevación del circuito de recirculación y la energía necesaria para el proceso (vista lateral).



Figura. 2.- Unidad Piloto de Engorda de dorado, instalaciones experimentales ubicadas al interior de la empresa CORPESCA en Arica, Región XV.

MODELO PRODUCTIVO

Corresponde a los parámetros ambientales de cultivo determinantes en la formulación del Modelo Productivo. Para la obtención de los resultados la investigación consideró 2 siembras de juveniles las que se ejecutaron entre abril de 2014 y abril de 2016.

Se evaluó, en ese periodo, el comportamiento adaptativo de los ejemplares de *Seriola lalandi* a los sistemas de cultivo diseñados respecto a los parámetros: i) Densidad de cultivo, ii) temperatura, iii) disponibilidad y calidad de los insumos juvenil de *Seriola* y pellets.

Se recreó condiciones ideales de engorda basadas en distintos escenarios según distribución estadística de tallas y bajo comparaciones observadas en mediciones reales, con el objeto de generar información que permitiera definir curvas de crecimiento, supervivencia, conversión alimentaria y otros, relevantes para la evaluación económica del negocio productivo.

Temperatura (°C)

La temperatura es un factor determinante en el crecimiento de los ejemplares. En este sentido, el principal desafío de la solución tecnológica desarrollada fue mantener temperatura de cultivo mayor o igual a 23°C. En la siguiente tabla se observa las temperaturas promedio del agua de cultivo en las unidades SAR, indicando en columna Delta T° (°C) los grados necesarios a subir en el sistema de cultivo propuesto para la región de Arica y Parinacota.

MESES	T° real (°C)	T° ideal (°C)	Delta T° (°C)
Enero	23,1	23,0	-0,1
Febrero	24,8	23,0	-1,8
Marzo	23,9	23,0	-0,9
Abril	21,9	23,0	1,1
Mayo	20,9	23,0	2,1
Junio	19,6	23,0	3,4
Julio	18,4	23,0	4,6
Agosto	18,9	23,0	4,1
Septiembre	19,8	23,0	3,2
Octubre	20,6	23,0	2,4
Noviembre	22,1	23,0	0,9
Diciembre	22,6	23,0	0,4

Mortalidad (%)

El modelo propuesto conserva una mortalidad diaria porcentual de 0,06%, llegando a un acumulado de 25% (Fig. 3).

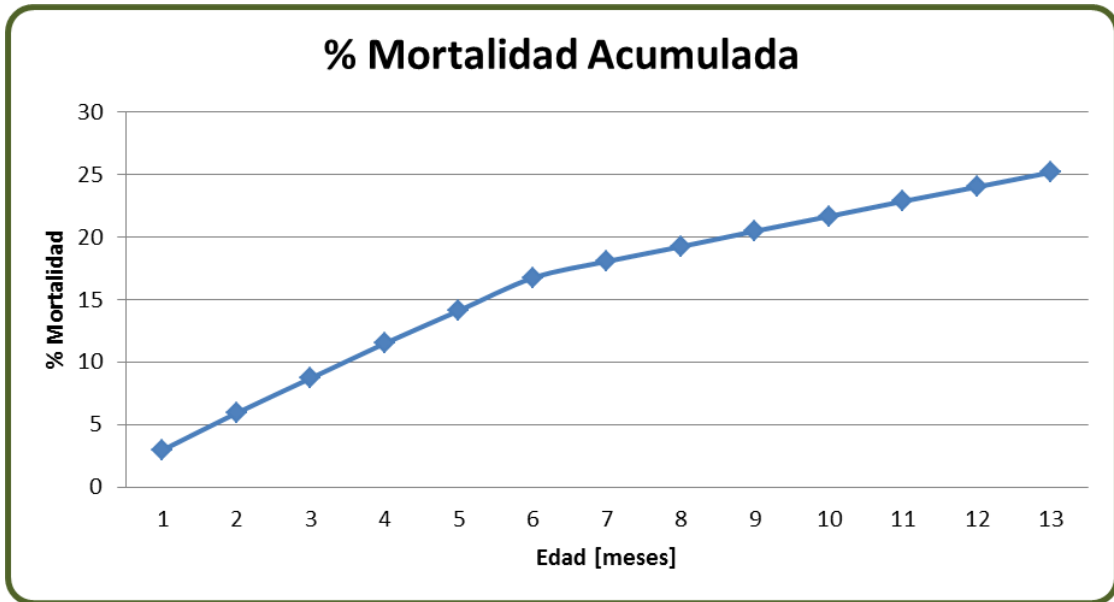


Figura 3. Mortalidad acumulada durante la validación del modelo productivo.

Rendimiento productivo

Los parámetros productivos postulados en el modelo desarrollado fueron (Fig. 4):

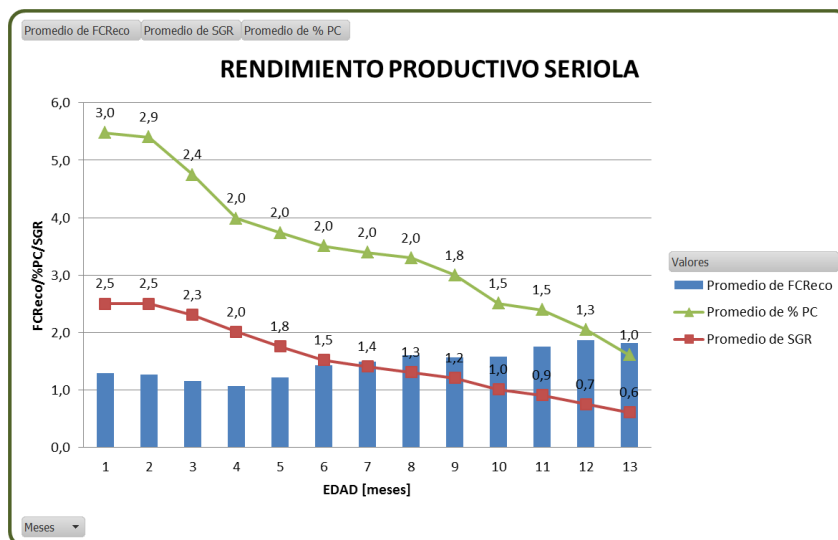


Figura 4. Comportamiento de los parámetros productivos durante el periodo de validación del modelo.

Dónde:

Peso cuerpo en porcentaje (% PC): se define como la cantidad de alimento proporcionado con respecto a la biomasa viva en existencia; el %PC presentó una fluctuación de 1 a 3% para el período de cultivo evaluado.

Tasa de crecimiento diario porcentual (SGR): presentó un rango de 2,5 a 0,6% día.

Conversión alimentaria (FCR): se define como la cantidad de alimento proporcionado convertido en carne de pez vivo; rango de fluctuación 1,1 y 1,9.

Crecimiento

El modelo productivo desarrollado postula un crecimiento para *Seriola lalandi* de 3,5 kilos al mes 13, iniciándose, la etapa engorda, con ejemplares de 0,01 kilo al mes 1. La curva de crecimiento se obtuvo a partir del cultivo experimental de dos grupos de peces en un periodo de 2 años, ciclo en que se resolvió los principales problemas de producción.

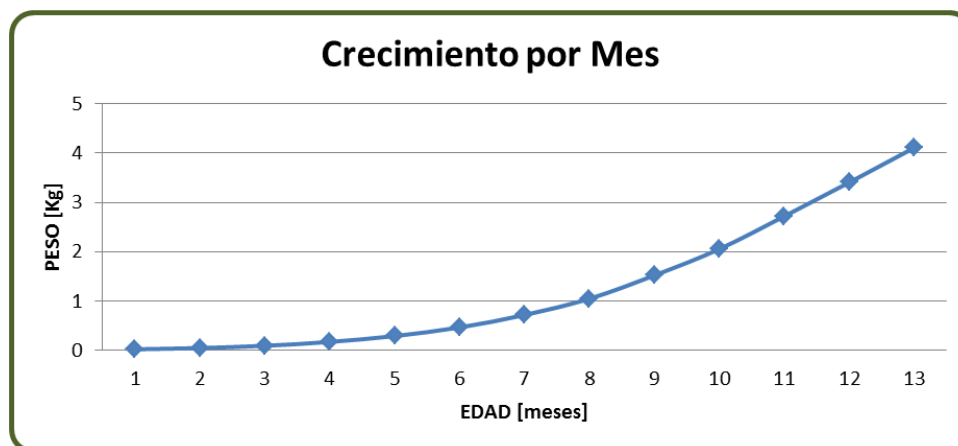


Figura 5. Crecimiento de los especímenes durante la validación de la solución tecnológica desarrollada.

Costos de Producción

Se evaluaron dos escenarios de costos. **Escenario base** que corresponde a los datos alcanzados a través de la evaluación productiva de la solución tecnológica obtenida (Fig. 6), a partir del cual mediante un análisis de sensibilidad, se proyecta un **escenario optimizado** (Fig. 7) a través del desarrollo de soluciones tecnológica para el ítem alimento y juvenil de calidad para engorda.

Costo de producción	%	US\$/kg
Alimento (kg)	52,87	4,480
Juveniles (n)	19,67	1,667
electricidad KW/h	11,80	1,000
Operarios según STK	5,65	0,479
Calefacción por STK	2,37	0,200
Oxígeno Kg O2/día por alimento	2,18	0,185
Servicios sanitarios (por vez)	0,52	0,044
Subtotal	95,04	8,054
Personal Fijo	4,96	0,420
TOTAL	100	8,474

Figura 6. En escenario base costos de producción 8,474 US\$.

Costo de producción	%	US\$/kg
Alimento (kg)	47,34	2,500
Juveniles (n)	8,88	0,469
electricidad KW/h	18,99	1,003
Operarios según STK	9,10	0,480
Calefacción por STK	3,81	0,201
Oxígeno Kg O2/día por alimento	3,12	0,165
Servicios sanitarios (por vez)	0,83	0,044
Subtotal	92,07	4,862
Personal Fijo	7,93	0,419
TOTAL	100	5,281

Figura 7. En escenario optimizado costos de producción 5,281 US\$.



Figura 8. Distintas etapas en el desarrollo de la investigación.

CONCLUSIONES

La solución tecnológica desarrollada para *Seriola lalandi* permite:

- 🐟 Alcanzar peces de 3,5 kilos a los 13 meses de cultivo, considerando al mes 1 siembra de juveniles de 0,01 kilos.
- 🐟 Los Parámetros productivos obtenidos fueron:
 - 🐟 Tasa de crecimiento (SGR) de 1,6%/día.
 - 🐟 Conversión alimentaria (FCR) de 1,4.
 - 🐟 Porcentaje alimentario con respecto a biomasa (%PC) de 2,2.
 - 🐟 Densidad de cultivo 20 kg/m³.
 - 🐟 Mortalidad acumulada 25%.
- 🐟 Para mantener tasa de crecimiento lograda, es imprescindible cultivar a 23°C; en consecuencia se estimó que en Arica se debe calentar el agua de cultivo durante 9 meses de los 14 meses del régimen de engorda.
- 🐟 La optimización del crecimiento y supervivencia de los peces en engorda, se debe realizar a través de la mejora de la alimentación especie específica y de alevines de dorado con “calidad” para cultivo.
- 🐟 Es factible aumentar la densidad de cultivo mejorando la eficiencia del biofiltro.
- 🐟 Comparativamente el costo por metro cubico de la solución tecnológica desarrollada es de 185 US\$ v/s 900 a 1.200 US\$ por metro cubico para tecnologías presentes en el mercado.

RECOMENDACIONES

- 🐟 Avanzar en la obtención de especímenes de buena calidad, en relación a tasa de crecimiento y factor de conversión, que asegure la eficiencia en el costo del alimento, ítem imprescindible para la producción comercial de *Seriola lalandi*.
- 🐟 Avanzar en la obtención de alimentos promotores de salud para los especímenes en cultivo, que podrían ser beneficiosas en el apoyo a la resistencia a enfermedades y la mitigación de los síntomas clínicos de ellas. La utilización de alimentos funcionales permite un alejamiento de los tratamientos convencionales (por antibióticos y otros), disminuyendo los costos de tratamiento de las enfermedades y el uso de elementos nocivos para la salud de las personas, medio ambiente y otros.
- 🐟 Se requiere validar solución tecnológica obtenida para minimizar riesgos de inversión.

☞ Frente a la interrogante planteada consideramos que las condiciones están dadas para una actividad comercial, en base al análisis técnico y financiero ejecutado. Los resultados muestran que la solución tecnológica obtenida refleja un costo de producción de **8.5 US\$/Kg** cuya optimización, en los ítems alimento y calidad de juvenil, permite bajar costos de producción a **5,3 US\$/Kg**. Antecedentes atractivos para un escalamiento comercial del recurso *Seriola lalandi*.