

## RESUMEN DEL PROYECTO

### NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE PARALARVAS Y SUBADULTOS DEL PULPO DE ROCA (*Octopus vulgaris* L.)

#### Objetivos:

##### OBJETIVO GENERAL:

Uno de los objetivos fundamentales de este proyecto consiste en determinar un sistema de cultivo para las paralarvas de pulpo que permita obtener mejores resultados de supervivencias y crecimiento que los alcanzados hasta el momento. Para ello, se experimentarán diferentes sistemas de cultivo y una vez seleccionado el mejor método zootécnico de cultivo, se analizarán en profundidad los procesos de nutrición, alimentación, histología y enzimología de las presas y paralarvas cultivadas.

El segundo objetivo del proyecto consiste en el desarrollo de piensos que puedan ser elaborados comercialmente y con rendimientos satisfactorios. Para ello, se trabajará en la optimización de los formatos experimentales hasta ahora desarrollados (húmedos compactos y extrusionados) y en definir los requerimientos nutricionales, mediante la elaboración de piensos de composición nutricional conocida.

Estos dos macro-objetivos relacionados con la zootecnia y nutrición del pulpo se complementarán con otras actividades de investigación que se llevarán a cabo de forma paralela en las CCAA participantes, con el fin de desarrollar y optimizar el cultivo integral del pulpo (bioquímica, histología, inmunología y microbiología).

##### OBJETIVOS PARCIALES:

##### SUBPROYECTO I: PARALARVAS

- Acondicionamiento de reproductores y obtención de puestas viables.
- Sistema de cultivo de paralarvas utilizando sistemas semi-extensivos (mesocosmos)
- Sistema de cultivo intensivo de paralarvas utilizando como presas Artemia engordada y posteriormente enriquecida con fitoplancton y enriquecedores.
- Sistema de cultivo intensivo de paralarvas utilizando Artemia y dietas inertes.
- Cultivo semi-extensivo de paralarvas utilizando zooplancton capturado en el medio natural, misidáceos cultivados y zoeas de crustáceos vivas o congeladas.
- Análisis bioquímicos de las presas y las paralarvas producidas por los distintos sistemas de cultivo: Lípidos (clases de lípidos y ácidos grasos), proteínas, aminoácidos y carbohidratos.
- Análisis histológico y de enzimas digestivos de las paralarvas cultivadas.
- Análisis microbiológico del agua de cultivo así como toma de muestras de paralarvas para evaluar posibles agentes patógenos y/o parásitos.

##### SUBPROYECTO II: SUBADULTOS

- Evaluar el efecto de la suplementación aislada o conjunta de aminoácidos sobre el crecimiento, aprovechamiento de la dieta y composición nutricional del pulpo empleando piensos de textura “gomosa” previamente aceptados por esta especie.
- Formular y suministrar piensos suplementados con complejos o sales minerales

que contengan aquellos de mayor relevancia en cefalópodos en base a resultados previos, especialmente electrolitos y microelementos como el cobre.

- Comprobar el efecto de la suplementación con los tipos de lípidos que han demostrado tener un papel clave en estudios previos, con especial atención al colesterol, fosfolípidos y ácidos grasos poliinsaturados de la serie n-3.
- Establecer la relación óptima proteína/lípidos empleando piensos húmedos o semihúmedos de textura “gomosa”.
- Comprobar la digestibilidad “in vivo” de los piensos experimentales que se emplean actualmente en el engorde de pulpo, con el fin de dilucidar si aglomerantes como los alginatos afectan negativamente al proceso de digestión.
- Valorar la utilización de extractos enzimáticos (transglutaminasas) en la elaboración de piensos.
- Optimizar la textura, aceptabilidad y composición nutricional de los piensos secos extrusionados y evaluar la capacidad de digestión mediante técnicas in vitro.
- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de la pasta de pescado por harinas comerciales sobre la aceptabilidad, crecimiento y aprovechamiento de los piensos.
- Llevar a cabo un estudio de la fisiología digestiva y actividad enzimática.

### **Líneas de actuación:**

#### **SUBPROYECTO I: PARALARVAS**

##### **Línea 1.1.: Obtención de puestas viables.**

##### **Línea 1.2. Mesocosmos**

- Filosofía extensiva
- Filosofía intensiva
- Filosofía extensiva

##### **Línea 1.3. Artemia enriquecida**

- Engorde Artemia
- Enriquecimiento Artemia
- Con fitoplancton
- Con emulsiones comerciales
- Con emulsiones experimentales

##### **Línea 1.4. Artemia y dietas inertes**

- Desarrollo y ensayo de micro-dietas inertes.
- Uso de microdietas de zínica

##### **Línea 1.5. Cultivo semi-extensivo**

- Zoeas decápodos
- Zooplancton natural
- Otras dietas vivas alternativas
- Cultivo paralarvas
- Análisis bioquímicos

#### **SUBPROYECTO II: SUBADULTOS**

##### **Línea 2.1. Requerimientos nutritivos del pulpo de roca**

- Requerimientos de aminoácidos.
- Requerimientos de minerales.
- Requerimientos de diferentes clases lipídicas: colesterol y fosfolípidos.
- Determinación de la relación proteína-lípidos óptima.
- Evaluación de las distintas relaciones DHA-EPA-ARA.

### **Línea 2.2. Optimización de los formatos de pienso**

- Digestibilidad “in vivo” de los piensos elaborados con alginatos.
- Mejora de la textura y estabilidad de los piensos mediante extractos enzimáticos.
- Optimización de los piensos secos extrusionados.
- Digestibilidad “in vitro” de las materias primas, piensos semihúmedos y secos extrusionados.
- Determinación de la fisiología digestiva del pulpo.
- Ensayos de engorde con los piensos compuestos por las materias primas más adecuadas a la fisiología digestiva del pulpo.
- Utilización de distintas harinas comerciales.

### **Antecedentes y justificación:**

En los últimos años se han realizado en España diversos estudios sobre el pulpo común con el objetivo de conocer sus posibilidades de cultivo a escala comercial. Se ha constatado que la fase de cría larvaria es en la que se encuentran los problemas principales que limitan el cultivo integral de esta especie.

Son relativamente escasos los trabajos que se han dedicado a la investigación del cultivo larvario de esta especie si se comparan con otras especies de peces actualmente cultivadas. Dentro de los trabajos que han abordado el estudio de esta especie, cabe mencionar el P.N. JACUMAR de cultivo de pulpo (2001-2004) que aunó el esfuerzo de diferentes investigadores de distintos organismos de 7 CC.AA. para avanzar en el cultivo larvario y engorde de esta especie. En 2004 se consiguió cerrar el ciclo de vida de esta especie por primera vez.

Los resultados de estos trabajos demostraron la viabilidad para el cultivo comercial, identificando los principales puntos críticos de su cultivo. En el caso particular de la etapa larvaria se identificó la falta de un protocolo estandarizado de cría y las deficiencias nutricionales en la dieta como causas más probables de la elevada mortalidad y el pobre crecimiento de las primeras semanas de vida.

En relación al engorde de subadultos, el primer inconveniente a resolver es el diseño de un pienso cuya “presentación” sea aceptada y sea ingerido completamente. Los piensos granulados, extrusionados y semihúmedos tal y como se elaboran para peces no son válidos para el pulpo, ya que éste cuando los manipula los disgrega antes de ingerirlos. Varios grupos de investigación han obtenido formatos de pienso que han sido aceptados e ingeridos por los pulpos, generando un crecimiento significativo. En todo caso, este tipo de piensos podrían ser utilizados como vehículo de nutrientes específicos y así avanzar en el conocimiento de los requerimientos nutricionales de los cefalópodos.

Hasta la fecha, los datos sobre digestibilidad de nutrientes en piensos para cefalópodos son muy escasos. Tanto los ensayos de digestibilidad “in vivo” como “in vitro” pueden servir de herramientas útiles para comprobar como afecta la inclusión de

determinados aglomerantes o las diferentes formas de elaboración del pienso a su digestibilidad.

Por otra parte, uno de los pasos claves para lograr crecimientos óptimos será mejorar la textura y palatabilidad de las dietas artificiales para alcanzar tasas de ingesta similares al suministrar crustáceos. En cualquier caso, el desarrollo industrial del engorde intensivo de cualquier especie necesita de una dieta formulada comercial, a ser posible como pienso seco, dadas las enormes ventajas que tiene frente a las dietas naturales.

### **Utilidad y oportunidad del Plan:**

Una de las líneas de trabajo prioritarias en la acuicultura marina en los últimos años es la diversificación de especies, con una clara tendencia hacia la selección de especies con alto potencial de crecimiento. Tanto las características biológicas como aspectos socioeconómicos del pulpo lo hacen atractivo para su cultivo.

Este proyecto pretende optimizar y estandarizar un método de cultivo de las paralarvas que permita su aplicación a nivel industrial. Definir estos protocolos permitiría a las empresas de engorde disponer de un suministro continuo y programado de subadultos, proporcionándoles además su autoabastecimiento sin depender de las capturas procedentes de la pesquería.

El proyecto pretende igualmente establecer los requerimientos nutritivos, desarrollando enriquecedores de presas vivas y microdietas específicas que permitan eliminar de la dieta la dependencia de las zoeas de cangrejos y camarones. Se testarán otras posibles dietas vivas como misidáceos o copépodos y sistemas de filtración de zooplancton.

Por otro lado, el desarrollo industrial del engorde intensivo de cualquier especie necesita obligatoriamente de una dieta inerte formulada, dadas las enormes ventajas que esta tiene frente a las dietas naturales. Estos piensos secos permiten un adecuado nivel de nutrientes, una regularidad en el suministro y composición, fácil almacenamiento y distribución, manipulación mínima en la instalación, reducción del riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas, mejor consistencia, propiedades organolépticas, digestibilidad y conservación, y menor impacto ambiental de las granjas.

Debido a las restricciones del régimen de temperaturas en las costas mediterráneas el engorde de pulpo sólo se podrá realizar en primavera y en otoño, lo cual podría favorecer su viabilidad económica ya que se podría realizar como una actividad complementaria del engorde de peces (dorada, lubina, o atún).

Tiene también un gran interés económico y social que las cofradías de pescadores realicen el engorde de pulpo como una actividad complementaria de la pesca extractiva, ya que podrían tener costes bajos tanto de juveniles de pulpo como de alimento (especies pesqueras de bajo valor comercial). En Canarias, Galicia y Asturias la mayor constancia de la temperatura a lo largo de todo el año, coincidiendo además con temperaturas que no limitan el engorde de pulpo, permite desarrollar el engorde durante todo el año, por lo que las empresas se podrían dedicar exclusivamente a ello.

La experiencia obtenida de trabajos y Planes Nacionales previos con ésta y otras especies de similar problemática ha permitido crear grupos de trabajo afines mediante la filosofía particular de los Planes Nacionales, que han conseguido un importante avance en el desarrollo de este cultivo.

*Nutrición y alimentación de paralarvas y subadultos  
del pulpo de roca (Octopus vulgaris L.)*

El esfuerzo coordinado común de especialistas en zootecnia y en otras disciplinas como nutrición, bioquímica, histología, elaboración de dietas experimentales, etc., permitirá sin duda una máxima diseminación y difusión de los resultados obtenidos por medio de publicaciones y comunicaciones en revistas científicas, congresos y foros de Acuicultura nacionales e internacionales.

**Grupos participantes:**

<b>ORGANISMO</b>	Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia.
<b>CENTRO</b>	IMIDA. Departamento: Producción Animal.
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	Benjamín García García ( <b>Coordinador</b> )
<b>TELÉFONO Y FAX</b>	Tlf: 968 184 518 / Fax: 968 184 518
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	<a href="mailto:benjamin.garcia@carm.es">benjamin.garcia@carm.es</a>

<b>ORGANISMO</b>	Junta de Andalucía. IFAPA
<b>CENTRO</b>	El Toruño
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	José Luis Muñoz Pérez
<b>TELÉFONO Y FAX</b>	Tlf: 956 011 313 / Fax: 956 011 324
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	<a href="mailto:julis.munoz@juntadeandalucia.es">julis.munoz@juntadeandalucia.es</a>

<b>ORGANISMO</b>	Consejería de Medio Rural y Pesca. DG de Pesca. Asturias.
<b>CENTRO</b>	Centro de Experimentación Pesquera
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	Carmen Rodríguez Rodríguez
<b>TELÉFONO Y FAX</b>	Tlf: 985 635 020 / Fax: 985 635 020
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	<a href="mailto:menchurr@princast.es">menchurr@princast.es</a>

<b>ORGANISMO</b>	Conselleria d'Agricultura i Pesca. Balears
<b>CENTRO</b>	DG de Pesca. Departamento: Servicio de Recursos Marinos
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	José Mª Valencia Cruz
<b>TELÉFONO Y FAX</b>	Tlf: 971 672 335 ; 971 176 104 / Fax: 971 674 240 ; 971 176 157
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	<a href="mailto:jmvalencia@dgpescas.caib.es">jmvalencia@dgpescas.caib.es</a>

<b>ORGANISMO</b>	Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI).
<b>CENTRO</b>	Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM). Departamento: Cultivos
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	Juan Socorro Cruz
<b>TELÉFONO Y FAX</b>	Tlf: 928 132 900 / Fax: 928 132 908
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	<a href="mailto:jsocorro@iccm.rcanaria.es">jsocorro@iccm.rcanaria.es</a>

<b>ORGANISMO</b>	Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries. (IRTA). Catalunya.
<b>CENTRO</b>	IRTA Sant Carles de la Ràpita. Departamento: Unidad de Cultivos Experimentales
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	Alicia Estévez García
<b>TELÉFONO Y FAX</b>	Teléfono: 977 745 427 ext.1808 / Fax.: 977 744 138
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	<a href="mailto:alicia.estevez@irta.es">alicia.estevez@irta.es</a>

<b>ORGANISMO</b>	Instituto Español de Oceanografía (I.E.O.).
<b>CENTRO</b>	Centro Oceanográfico de Vigo. Departamento: Área de Acuicultura
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	José Iglesias Estévez
<b>TELÉFONO Y FAX</b>	Tlf: 986 462 929 / Fax: 986 498 626
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	<a href="mailto:jose.iglesias@vi.ieo.es">jose.iglesias@vi.ieo.es</a>

<b>ORGANISMO</b>	Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia.
<b>CENTRO</b>	IMIDA. Departamento: Producción Animal. Equipo: Acuicultura.
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	Jesús Cerezo Valverde
<b>TELÉFONO Y FAX</b>	Tlf: 968 184 518 / Fax.: 968 184 518
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	<a href="mailto:benjamin.garcia@carm.es">benjamin.garcia@carm.es</a>

<b>ORGANISMO</b>	Universidad Politécnica de Valencia
<b>CENTRO</b>	E.T.S.I. Agrónomos. Departamento: Ciencia Animal
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b>	Ana Tomás Vidal
<b>TELÉFONO Y FAX</b>	Tlf: 96 387 93 85 / Fax: 96 387 74 39
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	<a href="mailto:atomasvl@dca.upv.es">atomasvl@dca.upv.es</a>

### Explotación y Difusión de los Resultados:

- ✓ Reunión de seguimiento anual con objeto de realizar la memoria correspondiente.
- ✓ Presentación de resultados y conclusiones más significativos a la Comisión de Seguimiento de los P.N. de JACUMAR.
- ✓ Difusión de resultados y conclusiones más significativos en medios de divulgación como Ipac. Acuicultura, Mar, etc.
- ✓ Presentación de resultados a congresos y reuniones nacionales y regionales: Congreso Nacional de Acuicultura, Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Gallegas, Expo-Rápita, Jornadas de Acuicultura en el Litoral Suratlántico, etc., donde existe una importante asistencia y participación de empresas del sector.
- ✓ Presentación de resultados en eventos internacionales como Aquaculture Europe, CIAC, Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura etc.
- ✓ En el tercer año y/o una vez finalizado del proyecto se presentarán los resultados en el Foro JACUMAR de Acuicultura y se organizarán unas Jornadas específicas sobre la cría del pulpo.
- ✓ Publicación en revistas científicas de impacto en el mundo de la investigación en acuicultura, como es Aquaculture, Aquaculture Research, Aquaculture International etc., así como también en otros medios de divulgación.