



GUÍA DOCENTE

Programación general de la materia

Bienio

2025/2027

Materia		
Inmunología de los animales acuícolas cultivables		
Módulo		
Básico		
Curso	Cuatrimestre	Profesor coordinador de la materia
Primero	Primero	Jesús Lamas Fernández
Titulación		Curso académico
Máster Oficial en ACUICULTURA		2025-2026
Centros Universitarios Adscritos		
Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Biología, Universidad de Vigo. Facultad de Ciencias, Universidad de A Coruña.		
Otros Centros		
Centro de Investigaciones Marinas (CIMA) - Corón, Consellería do Mar. Centro de Investigaciones Marinas (CIMA) - Ribadeo, Consellería do Mar. Instituto Galego de Formación en Acuicultura (IGAFA), Consellería do Mar. Instituto de Acuicultura, Universidad de Santiago. Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC – Vigo. Instituto Español de Oceanografía (IEO) – Vigo.		

DATOS DESCRIPTIVOS	
Código titulación	Titulación
UDC: 489V01 / USC: P1073 / UVigo: V02M102V03	Máster Oficial ACUICULTURA
Plan de estudios:	Fecha Aprobación ANECA: 2011
	Curso de implantación: 2011/2012
	Fecha de Acreditación: 2015
	Modificación ACSUG: 2018

Materia	
Código materia	Nombre
UDC: 4489106	Inmunología de los animales acuícolas cultivables
USC: P1073106	Idiomas en que se imparte
UVI: V02-M102112	Español
Carácter	Créditos Materia (3 ECTS)
Obligatorio	<i>Teóricos:</i> 1,12 <i>Prácticos:</i> 0,48 <i>Pizarra:</i> 0,96 <i>Tutorías:</i> 0,12

Centros en que se imparte			
Código	Nombre		
103	Facultad de Ciencias, Universidad de A Coruña		
Campus	Calle	Nº	Código postal
A Zapateira	Rúa da Fraga	10	15008
Teléfono	Fax	E-mail	
981 167 000	981 167 065	ciendeca@udc.es	
Código	Nombre		
200	Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela		
Campus	Calle	Nº	Código postal
Campus Sur	Lope Gómez de Marzóa	s/n	15782
Teléfono	Fax	E-mail	
981 563 100 ext 13208		zbiodeca@usc.es	
Código	Nombre		
302	Facultad de Biología, Universidad de Vigo		
Campus	Calle	Nº	Código postal
As Lagoas, Marcosende	Rúa das Abelairas	s/n	36310
Teléfono	Fax	E-mail	
986 811 976	986 812 556	decanatobiologia@uvigo.es	
Otros Centros: ver Web del Máster			

Descriptorios de la materia

Bases del sistema inmunitario. *El sistema inmunitario en moluscos y crustáceos: Células y factores solubles. El sistema inmunitario en peces: inmunidad innata y adquirida; células y factores solubles. Regulación. Ontogenia. Inmunidad frente patógenos. Inmunización. Nutrición y sistema inmunitario. Inmunomodulación*

Profesorado y tutorías

Profesor/a 1

Nombre	Tfno.	Extensión	Email
Jesús Lamas Fernández	981563100	16951	jesus.lamas@usc.es
Dirección: Edificio CIBUS, C) Lope Gómez de Marzoa, 15782 Santiago de Compostela			
Tutorías Personalizadas: 1º Cuatrimestre		Tutorías Personalizadas: 2º Cuatrimestre	
Días semana	Hora	Días semana	Hora
Lunes, Martes, Miércoles	12-14 h	Lunes, Martes, Miércoles	12-14h

Profesor/a 2

Nombre	Tfno.	Extensión	Email
Susana Magadán Mompó	986130142		smaga@uvigo.es
Dirección: Edificio Ciencias Experimentales, C/ Rua das Abelairas, 36310 Vigo			
Tutorías Personalizadas: 1º Cuatrimestre		Tutorías Personalizadas: 2º Cuatrimestre	
Días semana	Hora	Días semana	Hora
Lunes-Martes-Miércoles	10-12 h	Lunes-Martes-Miércoles	10-12 h

PROGRAMA GENERAL DE LA MATERIA

Prerrequisitos

Es deseable que el alumno tenga conocimientos previos sobre biología celular, bioquímica, genética, histología, inmunología básica y organografía animal

Objetivos

Poseer un amplio conocimiento teórico de los componentes (órganos, tejidos, células, genes y moléculas) del sistema inmunitario de peces y de invertebrados marinos de interés en acuicultura.

- Ser capaz de localizar e identificar los órganos y células del sistema inmunitario.
- Conocer el funcionamiento del sistema inmunitario
- Conocer la importancia de la alimentación y de los inmunoestimulantes en la función del sistema inmunitario y en la resistencia a patógenos.
- Conocer las técnicas utilizadas para evaluar el estado del sistema inmunitario así como la metodología utilizada para determinar los efectos de la dieta, estrés, inmunoestimulantes e inmunización sobre el sistema inmunitario.
- Ser capaz de elaborar un diseño experimental que permita analizar las respuestas inmunitarias
- Manipular experimentalmente el sistema inmunitario
- Conocer y manejar las principales fuentes de información en Inmunología

Competencias

Competencias generales:

- *CG04- Utilizar las terminologías científicas adecuadas.*
- *CG06- Encontrar y consultar fuentes de información y bases de datos; analizar y sintetizar documentos.*
- *CG08- Potenciar el manejo de idiomas extranjeros.*
- *CG09- Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo.*

Competencias específicas

- *CE04- Controlar todos los factores fisiológicos, metabólicos, inmunológicos, ambientales, de alimentación, etc que afectan al bienestar de las especies en cultivo, e implementar los procesos de reproducción, mantenimiento, producción y patología de especies clave y especies potenciales en acuicultura.*
- *CE12- Conocer las técnicas utilizadas para evaluar el estado del sistema inmunitario así como la metodología utilizada para determinar los efectos de la dieta, estrés, inmunoestimulantes e inmunización sobre el sistema inmunitario.*

Competencias básicas

- *CB01 - los alumnos poseen y comprenden los conocimientos que le aporten la capacidad de innovación y originalidad en el desarrollo y/o aplicación de ideas, tanto en el ámbito profesional como en un contexto de investigación;*
- *CB05- que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.*

Competencias Transversales:

- *CT2 - Capacidad de trabajo autónomo y toma de decisiones.*
- *CT4 - Habilidad en la búsqueda, análisis e interpretación de fuentes de información variadas y en distintos idiomas (fundamentalmente inglés).*

Contenidos (temario teórico y práctico)	
Título	Duración aproximada (en horas)
Temario teoría	
1. Introducción al sistema inmunitario.	30 min
2. El sistema inmunitario de peces	
4.a. Órganos linfomieloides en peces agnatos, condrictios y osteíctios. Tipos y características generales.	45 min
4.b. Inmunidad innata. Características. Componentes celulares: monocitos/macrófagos, granulocitos, células citotóxicas naturales, células cebadas. Componentes humorales: complemento, lisozima y péptidos antimicrobianos, antiproteasas, lectinas, citocinas. La respuesta inflamatoria en peces.	4 h
4.c. Inmunidad adquirida. Linfocitos B y T. Inmunoglobulinas: estructura y función. Genes de las inmunoglobulinas. Receptores de células T. Citocinas. Células presentadoras de antígeno. El sistema principal de histocompatibilidad.	4 h
4.d. Ontogenia de las respuestas inmunitarias. Formación de órganos linfomieloides. Desarrollo de la inmunidad innata y adquirida. Influencia de la temperatura y el fotoperíodo en el desarrollo y función del sistema inmunitario.	1 h
4.e. Inmunidad frente a bacterias, virus y parásitos	30 min
4.f. Inmunización. Regulación de la respuesta inmunitaria en peces. Adyuvantes y respuesta inflamatoria. Tolerancia inmunológica.	1 h
4.g. El estrés y la respuesta inmunitaria. Efectos del estrés sobre la función inmunitaria y sobre la resistencia a enfermedades.	30 min
4.h. Inmunomodulación. Inmunoestimulantes: tipos y modo de acción. Efecto de los nutrientes (lípidos, vitaminas, micronutrientes...) en la respuesta inmunitaria. Inmunomodulación y resistencia a patógenos.	45 min
3. El sistema inmunitario de moluscos y crustáceos	
5.a. Componentes celulares (hemocitos y hematopoiesis).5.b. Componentes humorales (lectinas, péptidos bioactivos, complemento,..).	2 h
Temario prácticas	
1. Obtención de células del sistema inmunitario de rodaballo. Recuento celular. Viabilidad celular. Aislamiento de los distintos tipos de leucocitos. Medida de varias actividades celulares. Determinación de varias actividades en suero de rodaballo (complemento, lisozima, actividad microbica). (La docencia práctica se apoyará en vídeos realizados expresamente para esta práctica). (USC)	3 h
2. Aplicación de la citometría de flujo en el estudio del sistema inmunitario de peces (UVigo).	3 h

Metodología

- Clases expositivas
- Clases interactivas, con participación de los alumnos en la elaboración de contenidos y exposición en clase.
- Prácticas de laboratorio (2 días, uno en la USC y otro en la UVigo)
- Tutorías personalizadas para ayudar a orientar y resolver problemas del alumno relacionados con esta materia.

Distribución ECTS

- 3 Nº créditos ECTS x 25 = 75 horas curso.

Actividad académica	Tipo de actividades	A	F (1)	B	C	D
		Horas presenciales	Factor estimado de horas no presenciales	Horas no presenciales	Horas totales (A + B)	Créditos ECTS (C ÷ 25)
Clases expositivas	Clases expositivas	7	3	21	28	1,12
Clases interactivas	Prácticas de laboratorio	6	1	6	12	0,48
	Seminarios	6	3	18	24	0,96
Tutorías	Tutorías	3			3	0,12
Estudio y preparación de exámenes	Preparación de clases expositivas			3	3	0,12
	Preparación de clases interactivas			3	3	0,12
Realización de exámenes	Examen de las clases teóricas	1			1	0,04
	Examen de las clases interactivas	1			1	0,04
Revisión de exámenes						
Total		24		51	75	3

Recursos

Bibliografía básica:

Libros generales de inmunología:

- Abbas A. et al (2022) *Inmunología celular y molecular*, 10ª ed. Elsevier
- Cooper E.L. et al (2018). *Advances in Comparative immunology*. 1ª Ed. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-76768-0
- Delves, P.J. Et al, *Roitt´s esencial Immunology* (2017). 13ª Ed. John Wiley & Sons Inc.
- Punt J. et al (2020). *Kuby Immunology*. 8a ed. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- Tizard, I (2017). *Veterinary Immunology*. 10ª ed. Saunders.

Libros generales de inmunología de peces:

- Benjamin H. Beck, Eric Peatman et. Al. (2015) *Mucosal Health in Aquaculture*. 1ª Ed. Academic Press. DOI: 10.1016/C2013-0-06826-0
- Buchmann, K.; Secombes, C.J. (Eds.) (2022). *Principles of Fish Immunology: From Cells and Molecules to Host Protection*. Springer Nature Switzerland AG, Cham, Switzerland.
- Gudding, R.; Lillehaug, A.; Evensen, Ø. (Eds) (2014). *Fish Vaccination*. John Wiley & Sons, Oxford.

Artículos sobre inmunología de peces

- Bengtén E, Wilson M. (2015). Antibody repertoires in fish. *Results Probl Cell Differ*. 2015;57:193-234
- Blanco-Abad et al., 2018. The coagulation system helps control infection caused by the ciliate parasite *Philasterides dicentrarchi* in the turbot *Scophthalmus maximus* (L.). *Dev Comp Immunol*. 87:147-156
- Brinchmann et al., (2018). Functional Aspects of Fish Mucosal Lectins-Interaction with Non-Self. *Molecules* 9;23(5).
- Flajnik MF. (2018). A cold-blooded view of adaptive immunity. *Nat Rev Immunol*. 2018 Jul;18(7):438-453
- Fillatreau S, et.al (2013). The astonishing diversity of Ig classes and B cell repertoires in teleost fish. *Front Immunol*. 2013;4:28. doi:10.3389/fimmu.2013.00028.
- Jørgensen LVG. (2017). The fish parasite *Ichthyophthirius multifiliis* - Host immunology, vaccines and novel treatments. *Fish Shellfish Immunol*. 67:586-595.
- Ma J., Cain, KD. (2025). Maternal effects on offspring immunity in fish. *Fish Shellfish Immunol* 161:110261. doi: 10.1016/j.fsi.2025.110261. Epub 2025 Mar 6.
- Magadan S, et al. (2015) Unique Features of Fish Immune Repertoires: Particularities of Adaptive Immunity Within the Largest Group of Vertebrates. *Results Probl Cell Differ*. 2015;57:235-264. doi:10.1007/978-3-319-20819-0_10
- Magadan, et al., (2018). Origin of public memory B cell clones in fish after antiviral vaccination. *Frontiers in immunology* 9:2115.
- Munang'andu HM, Evensen Ø. (2019). Correlates of protective immunity for fish vaccines. *Fish Shellfish Immunol*.85:132-140.
- Nakao et al., (2011). The complement system in teleost fish: progress of post-homolog-hunting researches. *Dev Comp Immunol*. 35(12):1296-308.
- Palti Y. (2011). Toll-like receptors in bony fish: from genomics to function. *Dev Comp Immunol*. 35(12):1263-72.
- Patel et al., (2018). Diversity of Immunoglobulin (Ig) Isotypes and the Role of Activation-Induced Cytidine Deaminase (AID) in Fish. *Mol Biotechnol*. 60:435-453
- Piazzon et al., (2013). Fish immunity to scuticociliate parasites. *Dev Comp Immunol*. 41:248-56.
- Rebl A, Goldammer T. (2018). Under control: The innate immunity of fish from the inhibitors' perspective. *Fish Shellfish Immunol*. 77:328-349.
- Salinas et al (2021). Mucosal immunoglobulins of teleost fish: A decade of advances. *Dev Comp Immunol*. 121:104079. doi: 10.1016/j.dci.2021.104079.
- Salinas, I. et al. (2017). Omics in fish mucosal immunity. *Developmental & Comparative Immunology* 75, 99-108
- Scapigliati G. (2013). Functional aspects of fish lymphocytes. *Dev Comp Immunol*. 4:200-8.
- Smith NC, Rise ML, Christian SL. A Comparison of the Innate and Adaptive Immune Systems in Cartilaginous Fish, Ray-Finned Fish, and Lobe-Finned Fish. *Front Immunol*. 2019 Oct 10;10:2292. doi: 10.3389/fimmu.2019.02292.
- Stosik et al., (2018). Specific humoral immunity in Osteichthyes. *Cent Eur J Immunol*. 43:335-340.
- Stosik M, et al. (2021). Immunological memory in teleost fish. *Fish Shellfish Immunol*. 115:95-103. doi: 10.1016/j.fsi.2021.05.022-
- Stosik M, et al. (2023). Immunity of the intestinal mucosa in teleost fish. *Fish Shellfish Immunol*. 133:108572. doi: 10.1016/j.fsi.2023.108572. Epub 2023 Jan 28.

- Takizawa, F., et al. (2016). Novel teleost CD4-bearing cell populations provide insights into the evolutionary origins and primordial roles of CD4+ lymphocytes and CD4+ macrophages. *J Immunol* 196 (11), 4522-4535
- Tian HF, Xing J, Tang XQ, et al. (2022). Cluster of differentiation antigens: essential roles in the identification of teleost fish T lymphocytes. *Mar Life Sci Technol.* 4(3):303-316. doi: 10.1007/s42995-022-00136
- Tort L. (2011). Stress and immune modulation in fish. *Dev Comp Immunol.* 35(12):1366-75.
- Van Muiswinkel WB, Nakao M. (2014). A short history of research on immunity to infectious diseases in fish. *Dev Comp Immunol.* 43:130-50
- Yamaguchi T, Takizawa F, Furihata M, Soto-Lampe V, Dijkstra JM, Fischer U. Teleost cytotoxic T cells. *Fish Shellfish Immunol.* 2019 Dec;95:422-439. doi: 10.1016/j.fsi.2019.10.041.
- Ye et al., (2018). Applications of transcriptomics and proteomics in understanding fish immunity. *Fish Shellfish Immunol.* 77:319-327
- Yu Y, Wang Q, Huang Z, Ding L, Xu Z. (2020). Immunoglobulins, Mucosal Immunity and Vaccination in Teleost Fish. *Front Immunol.*11:567941.
- Zou J, Secombes CJ. (2016). The function of fish cytokines. *Biology (Basel).* 2016 May 24;5(2).
- Zwollo P. (2018). The humoral immune system of anadromous fish. *Dev Comp Immunol.* 2018 80:24-33.

Libros y revisiones sobre inmunología de moluscos y crustáceos

- Abnave et al., (2017). Macrophages in Invertebrates: From Insects and Crustaceans to Marine Bivalves. *Results Probl Cell Differ.* 62:147-158.
- Allam B, Raftos D. (2015). Immune responses to infectious diseases in bivalves. *J Invertebr Pathol.* 131:121.
- Bouallegui, Y. (2019). Immunity in mussels: An overview of molecular components and mechanisms with a focus on the functional defenses. *Fish Shellfish Immunol* 89:158-169.
- Castellanos-Martínez et al., 2014. Morphologic, cytometric and functional characterization of the common octopus (*Octopus vulgaris*) hemocytes. *Dev Comp Immunol.* 44(1):50-8
- Cunningham C, Robledo JA. Molluscan immunology. *Fish Shellfish Immunol.* 2015 Sep;46(1):1
- Gestal C, Castellanos-Martínez S. (2015). Understanding the cephalopod immune system based on functional and molecular evidence. *Fish Shellfish Immunol.* 46(1):120-30.
- Song et a., (2015). The immune system and its modulation mechanism in scallop.
- Li, F., Xiang, J. (2013). Recent advances in researches on the innate immunity of shrimp in China. *Dev..*
- Melillo et al., (2018). Innate Immune Memory in Invertebrate Metazoans: A Critical Appraisal. *Front Immunol.* 9:1915.
- Milutinović B, Kurtz J. (2016). Immune memory in invertebrates. *Semin Immunol.* 28:328-42.
- Telos, (2015). An updated molecular basis for mussel immunity. 2015 Feb 18. pii: S1050--4648(15)00066-2. doi: 10.1016/j.fsi.2015.02.013.
- Wang et al., (2018). Pathogen-Derived Carbohydrate Recognition in Molluscs Immune Defense. *Int J Mol Sci.* 19(3).
- Wang et al., (2018). The oyster immunity. *Dev Comp Immunol.* 80:99-118.

Bibliografía complementaria:

- Embregts CW, Forlenza M. (2016). Oral vaccination of fish: Lessons from humans and veterinary species. *Dev Comp Immunol.*: S0145-305X(16):30098-2
- Fischer U, Koppang EO, Nakanishi T. (2013).Teleost T and NK cell immunity. *Fish Shellfish Immunol.* 35:197-206
- Galina et al. (2009). The use of immunostimulating herbs in fish. An overview of research. *Fish Physiol Biochem.* 35: 669-76.
- Newaj-Fyzul A, Austin B. 2015. Probiotics, immunostimulants, plant products and oral vaccines, and their role as feed supplements in the control of bacterial fish diseases. *J Fish Dis.* 38:937-955.
- Tafalla C, Bøggwald J, Dalmo RA. (2013). Adjuvants and immunostimulants in fish vaccines: current knowledge and future perspectives. *Fish Shellfish Immunol.* 35:1740-50
- Workenhe et al. (2010). The fight between the teleost fish immune response and aquatic viruses. *Mol Immunol.* 47:2 525-36.

Documentos de apoyo: monografías, artículos y revisiones científicas actualizadas.

Bases de datos de BUGALICIA

Búsquedas en web: International Society of Developmental and Comparative Immunology

<http://www.isdci.org/links.html>

Recursos web:

Bases de datos de BUGALICIA (http://busc.usc.es/A_BUSC_dixital/bases.asp?accesoft=rede&tipo=buga)

Búsquedas en web: International Society of Developmental and Comparative Immunology
<http://www.isdci.org/links.html>

Otros materiales de apoyo:

Evaluación
<p>Consideraciones generales:</p> <p>Se evaluarán las competencias adquiridas en las actividades programadas para el desarrollo de la materia.</p>
<p>Aspectos y criterios de evaluación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los alumnos deben superar un examen de la parte teórica que representará el 70% de la nota final. El aprobado está en 5 sobre 10. - La asistencia a las clases prácticas es necesaria para la superación de las mismas. Se realizará un examen de la parte práctica que representará el 20% de la nota final. - Se valorará la asistencia a las clases teóricas y prácticas, lo que supondrá el 10% de la nota final.
<p>Orientaciones para el estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asistencia y participación activa en clase. - Estudio y revisión semanal de la materia impartida, utilizando material bibliográfico para comprender y profundizar en la información obtenida en clase. - Aclaración con el profesor de posibles dudas.
<p>Resultados da aprendizaxe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Poseer un amplo coñecemento teórico de los componentes (órganos, tejidos, células, genes y moléculas) del sistema inmunitario de peces y de invertebrados marinos de interés en acuicultura.</i> - <i>Ser capaz de localizar e identificar los órganos y células del sistema inmunitario.</i> - <i>Conocer el funcionamiento del sistema inmunitario</i> - <i>Conocer la importancia de la alimentación y de los inmunoestimulantes en la función del sistema inmunitario y en la resistencia a patógenos.</i> - <i>Conocer las técnicas utilizadas para evaluar el estado del sistema inmunitario así como la metodología utilizada para determinar los efectos de la dieta, estrés, inmunoestimulantes e inmunización sobre el sistema inmunitario.</i> - <i>Ser capaz de elaborar un diseño experimental que permita analizar las respuestas inmunitarias</i> - <i>Manipular experimentalmente el sistema inmunitario</i> - <i>Conocer y manejar las principales fuentes de información en inmunología</i>