



GUÍA DOCENTE

Programación xeral da materia

Bienio

2025/2027

Materia		
Inmunoloxía dos animais acuícolas cultivables		
Módulo		
Básico		
Curso	Cuadrimestre	Profesor coordinador da materia
Primeiro	Primeiro	Jesús Lamas Fernández
Titulación		Curso académico
Máster Oficial en ACUICULTURA		2025-2026
Centros Universitarios Adscritos		
Facultade de Bioloxía, Universidade de Santiago de Compostela. Facultade de Bioloxía, Universidade de Vigo. Facultade de Ciencias, Universidade de A Coruña.		
Outros Centros		
Centro de Investigacións Mariñas (CIMA) - Corón, Consellería do Mar. Centro de Investigacións Mariñas (CIMA) - Ribadeo, Consellería do Mar. Instituto Galego de Formación en Acuicultura (IGAFA), Consellería do Mar. Instituto de Acuicultura, Universidade de Santiago de Compostela. Instituto de Investigacións Mariñas, CSIC - Vigo. Instituto Español de Oceanografía (IEO) - Vigo.		

DATOS DESCRIPTIVOS			
Código titulación		Titulación	
UDC: 489V01 / USC: P1073 / UVigo: V02M102V03		Máster Oficial ACUICULTURA	
Plan de estudos:	Data aprobación ANECA:	2011	
	Curso de implantación:	2011/2012	
	Data da acreditación	2015	
	Modificación ACSUG:	2018	

Materia									
Código materia		Nome							
UDC: 4489106		Inmunoloxía dos animais acuícolas cultivables							
USC: P1073106		Idiomas en que se imparte							
UVI: V02-M102112		Español/Galego							
Carácter		Créditos Materia (3 ECTS)							
Obrigatorio		Teóricos:	1,12	Prácticos:	0,48	Encerado:	0,96	Titorías:	0,12

Centros nos que se imparte			
Código	Nome		
103	Facultade de Ciencias, Universidade de A Coruña		
Campus	Rúa	Nº	Código postal
A Zapateira	Rúa da Fraga	10	15008
Teléfono	Fax	E-mail	
981 167 000	981 167 065	ciendeca@udc.es	
Código	Nome		
200	Facultade de Bioloxía, Universidade de Santiago de Compostela		
Campus	Rúa	Nº	Código postal
Campus Sur	Lope Gómez de Marzoa	s/n	15782
Teléfono	Fax	E-mail	
981 563 100 ext. 13208		zbiodeca@usc.es	
Código	Nome		
302	Facultade de Bioloxía, Universidade de Vigo		
Campus	Rúa	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	
Outros Centros: ver Web do Máster			

Descritores de la materia

Bases do sistema inmunitario. O sistema inmunitario en moluscos e crustáceos: células e factores solubles. O sistema inmunitario en peixes: inmunidade innata e adquirida; células e factores solubles. Regulación. Ontoxenia. Inmunidade fronte a patóxenos. Inmunización. Nutrición e sistema inmunitario. Inmunomodulación.

Profesorado e titorías

Profesor/a 1

Nome	Tfno.	Extensión	Correo-e
Jesús Lamas Fernández	981563100	16951	jesus.lamas@usc.es
Dirección: Edificio CIBUS, r/ Lope Gómez de Marzoa, 15782 Santiago de Compostela			
Titorías Personalizadas: 1º Cuadrimestre		Titorías Personalizadas: 2º Cuadrimestre	
Días semana	Hora	Días semana	Hora
Luns, Martes, Mércores	12-14 h	Luns, Martes, Mércores	12-14h

Profesor/a 2

Nome	Tfno.	Extensión	Correo-e
Susana Magadán Mompó	986130142		smaga@uvigo.es
Dirección: Edificio Ciencias Experimentais, r/ Rúa das Abelairas, 36310 Vigo			
Titorías Personalizadas: 1º Cuadrimestre		Titorías Personalizadas: 2º Cuadrimestre	
Días semana	Hora	Días semana	Hora
Luns, Martes, Mércores	10-12 h	Luns, Martes, Mércores	10-12 h

PROGRAMA XERAL DA MATERIA

Esixencias previas

É desexable que o alumnado teña coñecementos previos sobre bioloxía celular, bioquímica, xenética, histoloxía, inmunoloxía básica e organografía animal

Obxectivos

- Posuír un amplo coñecemento teórico dos compoñentes (órganos, tecidos, células, xenes e moléculas) do sistema inmunitario de peixes e de invertebrados mariños de interese na acuicultura.
- Ser capaz de localizar e identificar os órganos e células do sistema inmunitario.
- Coñecer o funcionamento do sistema inmunitario.
- Coñecer a importancia da alimentación e dos inmunoestimulantes na función do sistema inmunitario e na resistencia a patóxenos.
- Coñecer as técnicas utilizadas para avaliar o estado do sistema inmunitario así como a metodoloxía utilizada para determinar os efectos da dieta, estrés, inmunoestimulantes e inmunización sobre o sistema inmunitario.
- Ser capaz de elaborar un deseño experimental que permita analizar as respostas inmunitarias.
- Manipular experimentalmente o sistema inmunitario.
- Coñecer e manexar as principais fontes de información en Inmunoloxía.

Competencias

Competencias xerais:

- CG04- Empregar as terminoloxías científicas axeitadas.
- CG06- Atopar e consultar fontes de información e bases de datos; analizar e sintetizar documentos.
- CG08- Potenciar o manexo de idiomas estranxeiros.
- CG09- Aplicar un pensamento crítico, lóxico e creativo.

Competencias específicas:

- CE04- Controlar todos os factores fisiolóxicos, metabólicos, inmunolóxicos, ambientais, de alimentación, etc. que afectan o benestar das especies en cultivo e implementar os procesos de reprodución, mantemento, produción e patoloxía de especies chave e especies potenciais na acuicultura.
- CE12- Coñecer as técnicas utilizadas para avaliar o estado do sistema inmunitario así como a metodoloxía utilizada para determinar os efectos da dieta, estrés, inmunoestimulantes e inmunización sobre o sistema inmunitario.

Competencias básicas:

- CB01 - Os alumnos posúen e comprenden os coñecementos que lle aporten a capacidade de innovación e orixinalidade no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, tanto no ámbito profesional como nun contexto de investigación.
- CB05- Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que haberá de ser en gran medida autodirixido ou autónomo.

Competencias transversais:

- CT2 - Capacidade de traballo autónomo e toma de decisións.
- CT4 - Habilidade na busca, análise e interpretación de fontes de información variadas e en distintos idiomas (fundamentalmente inglés).

Contidos (temario teórico e práctico)	
Título	Duración aproximada (en horas)
Temario teoría	
1. Introducción ao sistema inmunitario.	
1.a. Xeneralidades do sistema inmunitario.	30 min
1.b. Compoñentes celulares e humorais do sistema inmunitario innato.	
1.c. Compoñentes celulares e humorais do sistema inmunitario adquirido.	
2. O sistema inmunitario de peixes.	
4.a. Órganos linfomieloides en peixes agnatos, condricios e osteíctios. Tipos e características xerais.	45 min
4.b. Inmunidade innata. Características. Compoñentes celulares: monocitos/macrófagos, granulocitos, células citotóxicas naturais, células cebadas. Compoñentes humorais: complemento, lisozima e péptidos antimicrobianos, antiproteases, lectinas, citocinas. A resposta inflamatoria en peixes.	4 h
4.c. Inmunidade adquirida. Linfocitos B e T. Inmunoglobulinas: estrutura e función. Xenes das inmunoglobulinas. Receptores de células T. Citocinas. Células presentadoras de antíxeno. O sistema principal de histocompatibilidade.	4 h
4.d. Ontoxenia das respostas inmunitarias. Formación de órganos linfomieloides. Desenvolvemento da inmunidade innata e adquirida. Influencia da temperatura e o fotoperíodo no desenvolvemento e función do sistema inmunitario.	1 h
4.e. Inmunidade fronte a bacterias, virus e parasitos.	30 min
4.f. Inmunización. Regulación da resposta inmunitaria en peixes. Adxuvantes e resposta inflamatoria. Tolerancia inmunolóxica.	1 h
4.g. O estrés e a resposta inmunitaria. Efectos do estrés sobre a función inmunitaria e sobre a resistencia a enfermidades.	30 min
4.h. Inmunomodulación. Inmunoestimulantes: tipos e modo de acción. Efecto dos compoñentes da dieta (lípidos, vitaminas, micronutrientes...) na resposta inmunitaria. Inmunomodulación e resistencia a patóxenos.	45 min
5. O sistema inmunitario de moluscos e crustáceos.	
5.a. Compoñentes celulares (hemocitos y hematopoiese).	2 h
5.b. Compoñentes humorais (lectinas, péptidos bioactivos, complemento,...).	
Temario prácticas	
1. Obtención de células do sistema inmunitario de rodaballo. Contaxe celular. Viabilidade celular. Illamento dos distintos tipos de leucocitos. Medida de varias actividades celulares. Determinación de varias actividades en soro de rodaballo (complemento, lisozima, actividade microbicida). (A docencia práctica apoiárase en vídeos realizados expresamente para esta práctica). (USC)	3 h
2. Aplicacións da citometría de fluxo no estudo do sistema inmunitario de peixes. (UVigo)	3 h

Metodoloxía

- Clases expositivas.
- Seminarios, con traballo do alumnado na elaboración de contidos e exposición na aula.
- Prácticas de laboratorio (2 días, un na USC e outro na UVigo).
- Tutorías personalizadas para axudar a orientar e resolver problemas do alumnado relacionados coa materia
- Traballo autónomo do alumnado.

Distribución ECTS

- $3 \text{ N}^{\circ} \text{ créditos ECTS} \times 25 = 75 \text{ horas curso.}$

Actividade académica	Tipo de actividades	A	F (1)	B	C	D
		Horas presenciais	Factor estimado de horas non presenciais	Horas non presenciais	Horas totais (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
Titorías	Titorías	3			3	0,12
Estudo e preparación de exames	Preparación de clases expositivas			3	3	0,12
	Preparación de clases interactivas			3	3	0,12
Realización de exames	Exame das clases teóricas	1			1	0,04
	Exame das clases interactivas	1			1	0,04
Revisión de exames						
Total		24		51	75	3

Recursos

Bibliografía básica:

Libros xerais de inmunoloxía:

- 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 essential 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 xerais de inmunoloxía de peixes:

- 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 inmunoloxía de peixes:

- 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 e revisións sobre inmunoloxía de moluscos e 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 al., (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
- 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.
- Fischer U, Koppang EO, Nakanishi T. (2013).Teleost T and NK cell immunity. *Fish Shellfish Immunol.* 35:197-206
- Tafalla C, Børgwald J, Dalmo RA. (2013). Adjuvants and immunostimulants in fish vaccines: current knowledge and future perspectives. *Fish Shellfish Immunol.* 35:1740-50
- Vijayaram S, Sun YZ, Zuurro A, Ghafarifarsani H, Van Doan H, Hoseinifar SH. Bioactive immunostimulants as health-promoting feed additives in aquaculture: A review. *Fish Shellfish Immunol.* 2022 Nov;130:294-308. doi: 10.1016/j.fsi.2022.09.011
- Workenhe et al. (2010). The fight between the teleost fish immune response and aquatic viruses. *Mol Immunol.* 47:525-36.

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>

Outros materiais de apoio:

--

Avaliación
Consideracións xerais:
Avaliaranse as competencias adquiridas nas actividades programadas para o desenvolvemento da materia.
Aspectos e criterios de avaliación:
- O alumnado debe superar un exame da parte teórica que representará o 70% da nota final. O aprobado está en 5 sobre 10. - A asistencia as clases prácticas é necesaria para a superación das mesmas. Farase un exame da parte práctica que representará o 20% da nota final. - Valorarase a asistencia as clases teóricas, o que suporá o 10% da nota final.
Orientacións para o estudo:
- Asistencia e participación activa na clase. - Estudo e revisión semanal da materia impartida, utilizando material bibliográfico para comprender e afondar na información obtida na clase. - Aclaración co profesor de posibles dúbidas.
Resultados da aprendizaxe:
- Posuír un amplo coñecemento teórico dos compoñentes (órganos, tecidos, células, xenes e moléculas) do sistema inmunitario de peixes e de invertebrados mariños de interese na acuicultura. - Ser capaz de localizar e identificar os órganos e células do sistema inmunitario. - Coñecer o funcionamento do sistema inmunitario. - Coñecer a importancia da alimentación e dos inmunoestimulantes na función do sistema inmunitario e na resistencia a patóxenos. - Coñecer as técnicas utilizadas para avaliar o estado do sistema inmunitario así como a metodoloxía utilizada para determinar os efectos da dieta, estrés, inmunoestimulantes e inmunización sobre o sistema inmunitario. - Ser capaz de elaborar un deseño experimental que permita analizar as respostas inmunitarias. - Manipular experimentalmente o sistema inmunitario. - Coñecer e manexar as principais fontes de información en inmunoloxía.