



GUÍA DOCENTE

Programación general de la materia

Bienio

2024/2026

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		2024-2025
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		Teóricos:	1,12	Prácticos:	0,48	Pizarra:	0,96	Tutorías:	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	decanatobioloxia@uvigo.es	
Otros Centros: ver Web del Máster			

Descriptores 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, condriktios y osteiktios. 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 hematopoesis). 5.b. Componentes humorales (lectinas, péptidos bioactivos, complemento,...).	2 h
Temario prácticas	
1. Estudio macro y microscópico de las células, tejidos y órganos del sistema inmunitario de peces.	1 h
2. Obtención de células del sistema inmunitario de rodaballo. Recuento celular. Viabilidad celular. Aislamiento de los distintos tipos de leucocitos. Medida de varias actividades celulares.	2,5 h
3. Determinación de varias actividades en suero de rodaballo (complemento, lisozima, actividad microbiciada).	2,5 h

Metodología

- Clases expositivas
- Clases interactivas, con participación de los alumnos en la elaboración de contenidos y exposición en clase.
- Prácticas de laboratorio (1 día, en la USC-Campus Vida)
- Tutorías personalizadas para ayudar a orientar y resolver problemas del alumno relacionados con esta materia.

Distribución ECTS

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

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) <i>Inmunología celular y molecular</i>, 10ª ed. Elsevier - Cooper E.L. et al (2018). <i>Advances in Comparative immunology</i>. 1ª Ed. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-76768-0 - Delves, P.J. Et al, <i>Roitt's essential Immunology</i> (2017). 13ª Ed. John Wiley & Sons Inc. - Punt J. et al (2020). <i>Kuby Immunology</i>. 8a ed. McGraw-Hill Interamericana de España S.L. - Tizard, I (2017). <i>Veterinary Immunology</i>. 10ª ed. Saunders. Libros generales de inmunología de peces: - Benjamin H. Beck, Eric Peatman et. Al. (2015) <i>Mucosal Health in Aquaculture</i>. 1ª Ed. Academic Press. DOI: 10.1016/C2013-0-06826-0 - Buchmann, K.; Secombes, C.J. (Eds.) (2022). <i>Principles of Fish Immunology: From Cells and Molecules to Host Protection</i>. Springer Nature Switzerland AG, Cham, Switzerland. - Gudding, R.; Lillehaug, A.; Evensen, Ø. (Eds) (2014). <i>Fish Vaccination</i>. John Wiley & Sons, Oxford. Artículos sobre inmunología de peces - Bengtén E, Wilson M. (2015). Antibody repertoires in fish. <i>Results Probl Cell Differ</i>. 2015;57:193-234 - Blanco-Abad et al., 2018. The coagulation system helps control infection caused by the ciliate parasite <i>Philasterides dicentrarchi</i> in the turbot <i>Scophthalmus maximus</i> (L.). <i>Dev Comp Immunol</i>. 87:147-156 - Brinchmann et al., (2018). Functional Aspects of Fish Mucosal Lectins-Interaction with Non-Self. <i>Molecules</i> 9;23(5). - Flajnik MF. (2018). A cold-blooded view of adaptive immunity. <i>Nat Rev Immunol</i>. 2018 Jul;18(7):438-453 - Fillatreau S, et.al (2013). The astonishing diversity of Ig classes and B cell repertoires in teleost fish. <i>Front Immunol</i>. 2013;4:28. doi:10.3389/fimmu.2013.00028. - Jørgensen LVG. (2017). The fish parasite <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> - Host immunology, vaccines and novel treatments. <i>Fish Shellfish Immunol</i>. 67:586-595. - Magadan S, et al. (2015) Unique Features of Fish Immune Repertoires: Particularities of Adaptive Immunity Within the Largest Group of Vertebrates. <i>Results Probl Cell Differ</i>. 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. <i>Frontiers in immunology</i> 9:2115. - Magnadottir B. (2010). Immunological control of fish diseases. <i>Mar Biotechnol</i> (NY). 12(4):361-79.- - Munang'andu HM, Evensen Ø. (2019). Correlates of protective immunity for fish vaccines. <i>Fish Shellfish Immunol</i>. 85:132-140. - Nakanishi T, Shibasaki Y, Matsuura Y. (2015). <i>T Cells in Fish</i>. Biology (Basel). 4:640-63. - Nakao et al., (2011). The complement system in teleost fish: progress of post-homolog-hunting researches. <i>Dev Comp Immunol</i>. 35(12):1296-308. - Palti Y. (2011). Toll-like receptors in bony fish: from genomics to function. <i>Dev Comp Immunol</i>. 35(12):1263-72. - Patel et al., (2018). Diversity of Immunoglobulin (Ig) Isotypes and the Role of Activation-Induced Cytidine Deaminase (AID) in Fish. <i>Mol Biotechnol</i>. 60:435-453 - Piazzon et al., (2013). Fish immunity to scuticociliate parasites. <i>Dev Comp Immunol</i>. 41:248-56. - Rebl A, Goldammer T. (2018). Under control: The innate immunity of fish from the inhibitors' perspective. <i>Fish Shellfish Immunol</i>. 77:328-349. - Rombout et al., (2014). Adaptive immune responses at mucosal surfaces of teleost fish. <i>Fish Shellfish Immunol</i>. 40:634-643 - Salinas et al (2021). Mucosal immunoglobulins of teleost fish: A decade of advances. <i>Dev Comp Immunol</i>. 121:104079. doi: 10.1016/j.dci.2021.104079. - Salinas, I., et al (2017) Omics in fish mucosal immunity. <i>Developmental & Comparative Immunology</i> 75, 99-108 - Scapigliati G. (2013). Functional aspects of fish lymphocytes. <i>Dev Comp Immunol</i>. 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. <i>Front Immunol</i>. 2019 Oct 10;10:2292. doi: 10.3389/fimmu.2019.02292. - Stosik et al., (2018). Specific humoral immunity in Osteichthyes. <i>Cent Eur J Immunol</i>. 43:335-340. - Stosik M, et al. (2021). Immunological memory in teleost fish. <i>Fish Shellfish Immunol</i>. 115:95-103. doi: 10.1016/j.fsi.2021.05.022-

- 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
- 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.
- Zhang S, Wang Z, Wang H. (2013). Maternal immunity in fish. *Dev Comp Immunol*.39(1-2):72-8.
- 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, Bøgvold 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
Consideraciones generales: Se evaluarán las competencias adquiridas en las actividades programadas para el desarrollo de la materia.
Aspectos y criterios de evaluación: - 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.
Orientaciones para el estudio: - 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.
Resultados da aprendizaxe: - <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>