



GUÍA DOCENTE DEL MÁSTER EN VIROLOGÍA (CURSO ACADÉMICO 2026-2027) – **PENDIENTE DE APROBACIÓN POR LA COMISIÓN ACADÉMICA**

Plan de estudios del Máster en Virología

TIPO DE ASIGNATURA	ECTS
Obligatorias	24
Optativas	18
Prácticas Externas	6
Trabajo Fin de Máster	12
TOTAL	60

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS	ECTS	SEMESTRE
Introducción a la biología de los virus (A1)	6	1º
Interacción virus-hospedador (A2)	6	1º
Métodos para el estudio de los virus (A3)	6	1º
Aplicaciones de la virología (A4)	6	1º
ASIGNATURAS OPTATIVAS	ECTS	SEMESTR
Enfermedades humanas producidas por virus (H2)	6	2º
Enfermedades víricas de importancia en animales (V2)	6	2º
Planificación de la investigación en virología (O1)	6	2º
Virus de bacterias y otros microorganismos (O2)	6	2º
Virus de plantas (P1)	6	2º
PRACTICAS y TRABAJO FIN DE MÁSTER	ECTS	SEMESTR
Prácticas (P)	6	1º y 2º
Trabajo Fin de Máster (TFM)	12	1º y 2º



Directora/Coordinadora

Cinta Prieto Suárez (Prof.^a Titular del Dpto. de Sanidad Animal – Facultad de Veterinaria – UCM)

Coordinadores de las asignaturas del Máster

- A1.** Introducción a la Biología de los virus: **Luis Menéndez Arias y Rafael Delgado Vázquez**
- A2.** Interacción virus-hospedador: **Isabel García Dorival y Miguel Ángel Cuesta Geijo**
- A3.** Métodos de estudio de los virus: **Ana Domenech Gómez y María Lorenzo Gilsanz**
- A4.** Aplicaciones de la Virología: **Laura Benítez Rico, Javier Ortego Alonso, Sergio Utrilla Trigo**
- O1.** Planificación de la investigación en Virología: **Ricardo Madrid González y Richard Williams**
- H2.** Enfermedades humanas producidas por virus: **María Cabrerizo Sanz y Ana Vázquez González**
- V2.** Enfermedades víricas de importancia en animales: **Cinta Prieto Suárez e Isabel Simarro Fernández**
- P1.** Virus de plantas: **Inmaculada Ferriol Safont, Sandra Martínez Turiño y Jaime Jiménez Ruiz**
- O2.** Virus de microorganismos: **M.^a Belén Álvarez Ortega y Lucía García Pastor**

Coordinación del Máster

Cinta Prieto Suárez –Dpto. de Sanidad Animal- Facultad de Veterinaria – UCM

cprietos@vet.ucm.es (+34 91 394 3940)

Competencias a alcanzar

Los estudiantes que completen con éxito el Master en Virología alcanzarán las siguientes competencias:

1. Aplicar los conocimientos teóricos de Virología que se adquieran para resolver problemas concretos en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios relacionados con la Virología
2. Integrar adecuadamente los conocimientos sobre Virología con los de otras ciencias y formular juicios que impliquen reflexión sobre las responsabilidades éticas y sociales
3. Comunicar eficazmente sus estudios y conclusiones a públicos especializados y no especializados
4. Adquirir predisposición al aprendizaje autónomo o autodirigido

El Máster en Virología es presencial, por lo que **las faltas de asistencia** a las clases teóricas **tendrán repercusión en la calificación de las asignaturas**. Se dispondrá de dos estadillos de control de asistencia que los estudiantes deben firmar en las dos sesiones que se imparten cada día.

Las faltas de asistencia tendrán un efecto negativo en la calificación de los alumnos y se penalizarán con una deducción de 0,15 puntos en la nota final por clase perdida y 0,3 por día de ausencia. Además, si el número de faltas no justificadas supera el 20% de la duración de la asignatura los coordinadores tendrán potestad



para decidir cómo proceder, incluyendo la posibilidad de que el alumno no supere la materia. En el caso de que las faltas sean justificadas (*e.g.* por situación médica) el estudiante tendrá que realizar un trabajo adicional, que quedará a juicio de los coordinadores.



PROGRAMAS DE LAS ASIGNATURAS

A1. Introducción a la biología de los virus

Tipo de asignatura: Obligatoria

Número de créditos: 6

Profesores coordinadores: Luis Menéndez Arias y Rafel Delgado Vázquez

Requisitos previos recomendados

Conocimientos sólidos de bioquímica, biología molecular y genética, a nivel de Grado de una disciplina del campo de ciencias de la vida. Es valioso haber cursado microbiología, incluyendo un curso de virología básica.

Objetivos y competencias generales de aprendizaje

1. Comprender el funcionamiento general de un virus como agente biológico.
2. Entender cómo la estructura de los virus determina sus propiedades y funcionamiento molecular y biológico
3. Entender los principios que rigen la morfogénesis vírica, el desensamblaje y otros procesos dinámicos de las partículas víricas.
4. Reconocer la gran variedad de virus que afectan al hombre, a los animales, a las plantas y a las bacterias, incluyendo los virus típicos y los agentes subvíricos y no convencionales.
5. Analizar cómo el ciclo de los virus puede determinar el daño que ocasiona a la célula que parasita.
6. Reconocer el impacto social y económico de las enfermedades víricas
7. Aplicar los conocimientos teóricos de Virología que se adquieran para resolver problemas concretos en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios relacionados con la Virología
8. Integrar adecuadamente los conocimientos sobre Virología con los de otras ciencias y formular juicios que impliquen reflexión sobre las responsabilidades éticas y sociales
9. Comunicar eficazmente sus estudios y conclusiones a públicos especializados y no especializados
10. Adquirir predisposición al aprendizaje autónomo o autodirigido.

Metodología de aprendizaje

El curso está estructurado en clases magistrales (sesiones) de 60 ó 90 minutos de duración.

La enseñanza de esta asignatura se fundamenta en la exposición de conceptos y resultados por parte de profesores expertos en cada uno de los temas del programa.

Los coordinadores aportarán una serie de artículos relacionados con la temática de la asignatura que tendrán que ser analizados críticamente por los estudiantes y presentados en seminarios para su discusión. Por otro lado, se fomentará la participación de los alumnos en clase y los alumnos tendrán que realizar trabajos



individuales que les permita profundizar en el conocimiento de distintas familias de virus de interés clínico, veterinario o biológico en general.

Criterios de evaluación

Para la evaluación se tendrán en cuenta las actividades que se detallan a continuación:

- **Presentación y defensa de un artículo de investigación.** Se tendrá en cuenta la claridad y precisión en la exposición y se valorará en función de las recomendaciones hechas a los alumnos sobre qué aspectos se deben abordar en la discusión del artículo.. **La calificación obtenida en esta actividad tendrá un peso del 60% en la calificación final del alumno.**
- **Examen final.** Consistirá en la realización, de forma presencial en el aula y por escrito, de un examen de tipo test que abarcará toda la materia impartida en el transcurso de la asignatura. Las respuestas correctas sumarán 1 punto y las respuestas incorrectas restarán 0,2 puntos mientras que aquellas dejadas en blanco no sumarán ni restarán. **La calificación obtenida en esta actividad tendrá un peso del 25% en la calificación final del alumno**, pero para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación igual o superior a 3,5 puntos sobre 10 en este examen final (*i.e.* 8,75 puntos sobre un máximo de 25).
- **Actitud y participación en el aula.** Se llevará a cabo mediante la evaluación de la participación del alumno en las discusiones que se entablen en el aula y en sesiones de discusión. **La calificación obtenida tendrá un peso del 10% en la calificación final del alumno.**
- **Elaboración de trabajos individuales:** El alumnos llevará a cabo, de forma individual, tareas como la elaboración de fichas que reflejen las principales características de las distintas familias de virus. **La calificación obtenida en esta actividad tendrá un peso del 5% en la calificación final del alumno.**

Para poder superar la asignatura los alumnos deben obtener una calificación media mínima de 5 puntos sobre 10 y una calificación en el examen final igual o superior a 3,5 puntos sobre 10.

Además, la asistencia a clase es obligatoria y las faltas se penalizarán con una deducción de 0,15 puntos en la nota final por clase perdida y 0,3 por día de ausencia. Además, si el número de faltas no justificadas supera el 20% de la duración de la asignatura quedará a potestad de los coordinadores la necesidad de que el alumno elabore un trabajo adicional o incluso la posibilidad de no poder superar la materia.

Idioma: Español y ocasionalmente inglés

PROGRAMA

Introducción

Historia y descubrimiento de los virus. Definición y límites. Morfología y ciclos replicativos de los virus. Taxonomía. Clasificación. Patología, respuesta inmune y nociones generales sobre su identificación clínica. Breve revisión de pandemias y virus emergentes.

Estructura y composición de virus.



- Ciclo replicativo y dinámica de partículas virales. Cambios conformacionales durante el ciclo replicativo.
- Relaciones entre la estructura y la función de partículas víricas.
- Fundamentos de la estructura de partículas víricas: composición molecular, simetría, cuasiequivalencia.
- Los virus vistos como nanomáquinas.
- Morfogénesis: Ensamblaje y Maduración.
- Entrada de virus. Primeros acontecimientos. Vías de penetración.
- Variabilidad viral, adquisición de mutaciones y recombinación.

Ciclos replicativos

- Virus ARN con cadena positiva: *Flavivirus*.
- Virus ARN con cadena positiva: *Coronaviridae*.
- Virus ARN con cadena negativa: *Filoviridae*.
- Virus con ARN extracelular y ADN intracelular: *Retroviridae*. Biología y ciclo replicativo de virus exógenos y endógenos.
- Virus de la inmunodeficiencia humana y patogénesis.
- Virus ADN sencillos: Polyomavirus, papillomavirus y parvovirus.
- Virus ADN sencillos: *Adenoviridae*. Adenovirus en terapia génica.
- Virus ADN complejos citoplásmicos: *Herpesviridae*.
- Virus ADN complejos citoplásmicos: *Poxviridae*.
- Virus que infectan bacterias: estructura y tipos. Importancia biológica y potencial aplicación biomédica.
- Virus que infectan hongos: importancia y aplicaciones.
- Agentes no convencionales: Viroides y Priones.
- Impacto social y económico de los virus de plantas, virus animales y virus humanos

BIBLIOGRAFÍA

General de virología

1. Flint SJ, Racaniello VR, Rall GF, Hatziioannou T, Skalka AM. 2020. Principles of Virology: Volume 1: Molecular Biology, ASM Press, 5th Edition.
2. Flint SJ, Racaniello VR, Rall GF, Hatziioannou T, Skalka AM. 2020. Principles of Virology: Volume 2: Pathogenesis and Control, ASM Press, 5th Edition.
3. Knipe DM, Howley PM (ed). 2020. Fields Virology, volume 1: Emerging viruses. 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA.
4. Knipe DM, Howley PM (ed). 2021. Fields Virology, volume 2: DNA viruses. 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA.



5. Knipe DM, Howley PM (ed). 2022. Fields Virology, volume 3: RNA viruses. 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA.

OTROS

1. Alberts B, Heald R, Johnson A, Morgan D, Raff M. 2022. Molecular biology of the cell, 7ª edición. Garland Science, Taylor and Francis Group, Nueva York. La cuarta edición (de 2002) puede consultarse gratis on-line en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21054/>
2. Ayllón MA, Cambra M, Llave C, Moriones E. 2016. "Enfermedades de plantas causadas por virus y viroides" de la Sociedad Española de Fitopatología. Editorial BUBOK
3. Coffin JM, Hughes SH, Varmus HE, editors. 1997. Retroviruses. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Nueva York. Disponible para consulta on-line en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK19376/>
4. Hull R. 2013. Plant virology. 5th ed. Nueva York: Elsevier Academic Press, USA
5. King AMQ, Adams MJ, Carstens EB, Lefkowitz EJ (ed). 2012. Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Academic Press, Inc, San Diego, CA.
6. Liu X, Zhan P, Menéndez-Arias L, Poongavanam V (ed). 2021. Antiviral Drug Discovery and Development, part of the *Advances in Experimental Medicine and Biology* book series (AEMB, volume 1322), Springer.
7. Mateu MG (ed.). 2013. Structure and Physics of Viruses: An Integrated Textbook, Subcellular Biochemistry 68, DOI 10.1007/978-94-007-6552-8_1, © Springer Science+Business Media Dordrecht. Disponible gratis a través de la plataforma de Springer, UCM.

WEBSITES

<http://ictvonline.org/>

Nombres de virus aprobados por el International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) con información útil sobre familias de virus.

<http://viralzone.expasy.org/>

Web educativa con esquemas interesantes y buenas descripciones de familias de virus.

<http://www.twiv.tv>

Podcast dedicado a virus, con discusiones informales de trabajos y de noticias interesantes relacionadas con la virología. Muy recomendable.

<http://www.virology.ws/course/>

Curso básico de virología on-line impartido por el Prof. Vincent Racaniello, Columbia University, Nueva York.



A2. Interacción virus-hospedador

Tipo de asignatura: Obligatoria

Número de créditos: 6

Profesores coordinadores: Isabel García Dorival y Miguel Ángel Cuesta Geijo

Objetivos y competencias generales de aprendizaje

Además de los objetivos del título, la asignatura tiene los siguientes objetivos específicos:

1. Detallar los variados efectos que producen los virus sobre las células, los tejidos, los órganos, los hospedadores, y su impacto social, comparando los diversos virus tanto humanos, animales o de plantas.
2. Describir los mecanismos que pone en marcha el hospedador para defenderse de la agresión vírica y cómo se puede contribuir artificialmente al control de la infección, mediante vacunas y antivirales.

Metodología de aprendizaje:

Para lograr los objetivos perseguidos en la asignatura se emplearán los siguientes métodos de aprendizaje

- **Clases magistrales.** La enseñanza de esta asignatura se fundamenta en la exposición de clases teóricas por parte de profesores expertos en la misma.
- **Seminarios o talleres** para la lectura de artículos relacionados con los temas y la discusión posterior de los mismos.
- **Elaboración de trabajos individuales o en grupo.**

Criterios de evaluación

Para la evaluación se tendrán en cuenta las actividades que se detallan a continuación:

- **Examen final.** Consistirá en la realización, de forma presencial en el aula y por escrito, de un examen de tipo test, basado en los cuestionarios semanales de autoevaluación. Cada pregunta tendrá 4 alternativas. Las respuestas correctas tendrán un valor de 0.4 puntos, sumando un total de 10 puntos por las 25 preguntas. Las respuestas incorrectas penalizarán 0,1 puntos por cada fallo. **La calificación obtenida en esta actividad tendrá un peso del 60% en la calificación final del alumno.**
- **Trabajo en grupo.** Se realizará la exposición de un trabajo realizado en grupo sobre un artículo propuesto por los coordinadores. En la calificación tendrá especial importancia la visión de los alumnos sobre las perspectivas futuras del trabajo. La exposición individual tendrá un valor de 1 punto sobre 3 en la calificación, así como la calidad de la exposición conjunta del grupo. La exposición, que también valdrá 1 punto y la capacidad de respuesta a la preguntas formuladas, criterio al que corresponderá el punto restante. La exposición tendrá una duración de 15 minutos y exceder el tiempo asignado tendrá una penalización en la calificación de 0,5 puntos sobre 3. **La calificación obtenida en esta actividad tendrá un peso del 30% en la calificación final del alumno (3 puntos sobre 10).**
- **Actitud y participación en el aula.** Se llevará a cabo mediante la evaluación de la participación del alumno en las discusiones que se entablen en el aula y en sesiones de discusión. **La calificación obtenida**



tendrá un peso del 10% en la calificación final del alumno.

Para poder superar la asignatura los alumnos deben obtener una calificación media mínima de 5 puntos sobre 10 y una calificación en el examen final igual o superior a 3,5 puntos sobre 10.

Además, la asistencia a clase es obligatoria y las faltas se penalizarán con una deducción de 0,15 puntos en la nota final por clase perdida y 0,3 por día de ausencia. Además, si el número de faltas no justificadas supera el 20% de la duración de la asignatura quedará a potestad de los coordinadores la necesidad de que el alumno elabore un trabajo adicional o incluso la posibilidad de no poder superar la materia.

Idioma: Español y ocasionalmente inglés

PROGRAMA:

Principios generales de la interacción de los virus con sus hospedadores

Estrategias de evasión de los virus a los mecanismos de defensa del hospedador

- Principios básicos. Determinantes de invasión y tipos de infecciones.
- La vía endocítica en la entrada de virus
- Manipulación de la vía endocítica por HIV
- Interferencia en virus eucariotas.
- Estudios estructurales de las Interacciones virus- célula. Las factorías virales.
- Bases Moleculares de la Virulencia en coronavirus: Covid-19.
- Respuesta celular a la infección: autofagia, apoptosis y stress de retículo.
- Resistencia a fármacos antivirales en la clínica.
- Patología cardíaca causada por el virus de la gripe
- Covid-19: enfermedad, secuelas y perspectivas 2023
- Virus Ébola y sus reservorios selváticos

Herramientas terapéuticas y preventivas. Nuevos desarrollos en antivirales

- Herramientas terapéuticas y preventivas. Desarrollo de antivirales
- Virus oncolíticos y su aplicación en el tratamiento del cáncer
- Vacunas basadas en poxvirus frente a SARS-CoV-2
- Estrategias para la búsqueda de nuevos fármacos antivirales
- Nuevos desarrollos en antivirales frente a filovirus
- Cuasi especies víricas y estrategias antivirales
- Aptámeros y sus aplicaciones como antivirales frente a HIV, HCV y SARS-CoV-2
- Plataforma de salud global para el desarrollo de antivirales
- Interacción de los virus con citoquinas, quimioquinas e interferones
- Debate La erradicación de la viruela: ¿debemos destruir el virus?
- Autorización de vacunas humanas: el equilibrio riesgo-beneficio.



A3. Métodos de estudio de los virus

Tipo de asignatura: Obligatoria

Número de créditos: 6

Profesores coordinadores: Ana Domenech Gómez y María Lorenzo Gilsanz

Objetivos del aprendizaje

Además de los objetivos del título, la asignatura tiene los siguientes objetivos específicos:

1. Conocer los elementos básicos de un laboratorio de virología y las medidas de bioseguridad que se deben aplicar para trabajar sin riesgo con cada tipo de virus.
2. Conocer las herramientas disponibles para la caracterización físico-química de los virus.
3. Conocer las herramientas metodológicas utilizadas para estudiar las propiedades biológicas de los virus, tanto de forma experimental, en condiciones *in vitro*, como tras la infección natural.
4. Conocer las herramientas disponibles para la caracterización genómica y proteómica de los virus.
5. Conocer las herramientas disponibles para caracterizar la respuesta inmunitaria del hospedador a las infecciones víricas y su utilidad para el diagnóstico y la vigilancia epidemiológica de las enfermedades
6. Entender la utilidad de las herramientas y técnicas de laboratorio más utilizadas en el estudio de los virus
7. Familiarizarse con los elementos de uso más frecuente en un laboratorio de virología y de anatomía patológica.
8. Familiarizarse con los programas informáticos más habituales para la caracterización genómica de los virus y para el establecimiento de relaciones filogenéticas entre ellos.
9. Aprender a seleccionar las técnicas más adecuadas para cada tipo de estudio en el ámbito de la virología

Metodología de aprendizaje

Para lograr los objetivos perseguidos en la asignatura se emplearán los siguientes métodos de aprendizaje:

- **Clases magistrales** impartidas por profesores expertos en cada tema, que además propondrán artículos relacionados con la materia impartida como formación complementaria
- **Clases prácticas en Centros de Apoyo a la Investigación (CAIs) e Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares (ICTS)** en las que los responsables de cada centro explicarán a los alumnos el funcionamiento de los aparatos de los que disponen de forma práctica, mediante la visualización de preparaciones relacionadas con la virología.
- **Clases prácticas en el aula informática** en las que los alumnos aprenderán las posibilidades que ofrecen los programas bioinformáticos de análisis de secuencias nucleotídicas.
- **Clases prácticas en un laboratorio de virología** en las que los alumnos aprenderán los fundamentos del cultivo e identificación de virus así como técnicas serológicas para la identificación de la respuesta inmunitaria desarrollada por el hospedador tras la infección.



- **Resolución de casos prácticos** en los que los alumnos tendrán que seleccionar las técnicas más adecuadas para el tema propuesto mediante el trabajo en grupo de forma no presencial.
- **Realización de cuestionarios de forma presencial** en los que los profesores indicarán las razones por las cuales unas opciones son correctas y otras no.

Criterios de evaluación

Para la evaluación se tendrán en cuenta las actividades que se detallan a continuación:

- **Evaluación continua.** Se llevará a cabo mediante la realización periódica, en el aula, de cuestionarios de tipo test que versarán sobre los temas tratados en los distintos bloques en los que se divide el programa. Estos cuestionarios se realizarán mediante la utilización de plataformas gratuitas de cuestionarios de evaluación como Kahoot o Socrative. La calificación en **esta actividad tendrá un peso del 35% en la calificación final del alumno.**
- **Examen final.** Consistirá en la realización, de forma presencial en el aula y por escrito, de un examen de tipo test que abarcará toda la materia impartida en el transcurso de la asignatura, incluyendo tanto clases magistrales como clases prácticas. Las preguntas tendrán 5 respuestas posibles y sólo una será correcta. Las respuestas correctas sumarán 1 punto y las respuestas incorrectas restarán 0,2 puntos mientras que aquellas dejadas en blanco no sumarán ni restarán. La calificación en **esta actividad tendrá un peso del 35% en la calificación final del alumno.**
- **Desarrollo de un caso práctico:** Para la realización de esta actividad se propondrán distintos casos prácticos a los alumnos que tendrán que seleccionar uno de ellos y determinar cuál es la mejor aproximación metodológica para resolver el problema planteado. El trabajo, que se realizará en grupos de 3 alumnos, constará de una introducción al problema, el desarrollo de un plan metodológico adecuado para resolver el problema propuesto, un juicio crítico de las limitaciones de las técnicas propuestas, incluyendo las fortalezas y debilidades de las mismas y un apartado de bibliografía. El trabajo se entregará a través del aula virtual. **La calificación obtenida en esta actividad será la misma para todos los integrantes del grupo y tendrá un peso del 30% en la calificación final del alumno.**

Para poder superar la asignatura los alumnos deben obtener una calificación media mínima de 5 puntos sobre 10 y una calificación en el examen final igual o superior a 3,5 puntos sobre 10.

Además, la asistencia a clase es obligatoria y las faltas se penalizarán con una deducción de 0,15 puntos en la nota final por clase perdida y 0,3 por día de ausencia. Además, si el número de faltas no justificadas supera el 20% de la duración de la asignatura quedará a potestad de los coordinadores la necesidad de que el alumno elabore un trabajo adicional o incluso la posibilidad de no poder superar la materia.

Idioma

Español y ocasionalmente inglés



PROGRAMA TEÓRICO

Bloque temático I: Introducción y generalidades

- **Tema 1.1.** Medidas de bioseguridad: niveles de bioseguridad para trabajar con virus tanto *in vitro* como *in vivo*. Métodos de inactivación vírica.

Bloque temático II: Caracterización físico-química de los virus

- **Tema 2.1.** Métodos de concentración y purificación de virus: ultracentrifugación, cromatografía y electroforesis.
- **Tema 2.2.** Fundamentos de la microscopía electrónica y sus aplicaciones al estudio de los virus.

Bloque temático III: Caracterización biológica de los virus

- **Tema 3.1.** Aislamiento y cultivo de virus. Identificación y cuantificación de virus. Sistemas alternativos de cultivo de virus.
- **Tema 3.2.** Estudios anatomopatológicos en las infecciones víricas
- **Tema 3.3.** Ensayos de apoptosis.
- **Tema 3.4.** Construcción y utilización de clones infecciosos para la caracterización de los virus.
- **Tema 3.5.** Fundamentos de la microscopía de fluorescencia, láser confocal y multifotón y su aplicación en el estudio de los virus.

Bloque temático IV: Caracterización genómica y proteómica de los virus

- **Tema 4.1.** Aislamiento y purificación de ácidos nucleicos. Diseño y validación de técnicas de PCR y RT-PCR.
- **Tema 4.2.** Diseño de técnicas Multiplex para la identificación y el diagnóstico diferencial de virus. Diseño de técnicas de PCR cuantitativas para la cuantificación de virus en distintos tipos de muestras.
- **Tema 4.3.** Técnicas de secuenciación y análisis de secuencias
- **Tema 4.4.** Análisis filogenéticos.
- **Tema 4.5.** Técnicas de proteómica aplicadas al estudio de los virus.

Bloque temático V: Caracterización de la respuesta inmunitaria tras las infecciones víricas y su aplicación en el diagnóstico y vigilancia de enfermedades

- **Tema 5.1.** Métodos de estudio de la respuesta inmunitaria de base humoral frente a las infecciones víricas (ELISA, seroneutralización, inhibición de la hemaglutinación, etc.).
- **Tema 5.2.** Métodos de estudio de la respuesta inmunitaria de base celular frente a las infecciones víricas (DTH, linfoproliferación, ensayos de citotoxicidad, etc.)



PROGRAMA PRÁCTICO

Bloque temático II: Caracterización físico-química de los virus

- Visita al Centro Nacional de Microscopía Electrónica. En la visita se explicará cómo funcionan los microscopios de transmisión y barrido con los que cuenta el centro, y cuáles son las aplicaciones más habituales para cada uno de ellos. Además se visualizarán virus de distintas familias mediante tinción negativa.

Bloque temático III: Caracterización biológica de los virus

- Manejo de cultivos celulares de líneas celulares estables
- Inoculación de cultivos celulares para visualizar el efecto citopático característico de los virus
- Titulación de virus mediante la técnica de Reed y Muench
- Inoculación de embriones de pollo
- Determinación de la capacidad hemaglutinante de los virus
- Visita a un laboratorio de anatomía patológica para ver cómo se realiza el procesamiento de las muestras de tejidos para evaluar lesiones
- Visualización en cortes de tejidos de lesiones habituales en las infecciones víricas
- Visita a Unidad de Citometría de Flujo y Microscopía de Fluorescencia En la visita se explicará cómo funcionan los microscopios de fluorescencia y se visualizará alguna preparación de virus.

Bloque temático IV: Caracterización genómica y proteómica de los virus

- Utilización de programas bioinformáticos para el cribado y análisis de secuencias
- Utilización de programas bioinformáticos para la construcción de árboles filogenéticos
- Fundamentos de la secuenciación masiva

Bloque temático V: Caracterización de la respuesta inmunitaria frente a las infecciones víricas y su aplicación en el diagnóstico y vigilancia de enfermedades

- Determinación del título de anticuerpos mediante la técnica de inhibición de la hemaglutinación
- Visita a Unidad de Citometría de Flujo y Microscopía de Fluorescencia En la visita se explicará cómo funcionan los citómetros de flujo y sus aplicaciones más habituales.



A4. Aplicaciones de la virología

Tipo de asignatura: Obligatoria

Número de créditos: 6

Profesores coordinadores: Laura Benitez Rico, Javier Ortego Alonso y Sergio Utrilla Trigo

Objetivos del aprendizaje

1. Conocer el potencial de los virus para ser utilizados como herramienta metodológica para estudiar desde los procesos biológicos más básicos y la funcionalidad de genes concretos, hasta el desarrollo de vacunas
2. Conocer las posibilidades y desarrollo de la terapia génica
3. Analizar la posibilidad de utilizar los virus para controlar plagas, otros patógenos y como agentes oncolíticos.

Metodología de aprendizaje

- **Exposición de clases teóricas-magistrales** por parte de profesores expertos en la misma y discusión de conceptos en tiempo real en el aula en el momento de la exposición
- **Lectura de artículos** relacionados con el temario, propuestos por los profesores, y discusión posterior de los mismos en los seminarios.
- **Preparación de seminarios grupales** que exigen trabajo en equipo que ayuda a desarrollar el potencial individual y fortalecer las habilidades y capacidades.
- **Exposición oral grupal y debate** en relación al tema propuesto que fomenta la organización de ideas, la comunicación de contenidos de manera fluida y coherente, el control de la ansiedad y la gestión de los tiempos.
- **Preparación de un banco de preguntas** en formato test multirespuesta sobre las aplicaciones tratadas en la asignatura que favorece la capacidad de síntesis y de redacción.

Criterios de evaluación:

Se valorarán diferentes actividades que serán ponderadas de la siguiente manera:

- **Presentación de un trabajo** sobre distintas utilidades de los virus en biomedicina, biotecnología, agricultura, etc. Estos trabajos serán preparados y presentados de forma grupal (3-4 estudiantes por equipo) sobre las distintas aplicaciones de la virología que se han presentado en clase u otras nuevas. El tema se escogerá libremente y podrá versar sobre grandes bloques o temas específicos, según criterio del equipo. La presentación se realizará una vez expuesto en clase todo el temario y **supondrá el 50% de la calificación de la asignatura**. Se valorará la búsqueda adecuada de bibliografía, la capacidad de síntesis y la respuesta argumentada a las cuestiones planteadas por los coordinadores.
- **Preparación de un banco de preguntas de tipo test multirespuesta** (4 opciones posibles y sólo una correcta). Cada equipo presentará cuatro preguntas sobre el tema expuesto en el trabajo que podrán ser utilizadas en la elaboración del examen de la asignatura. Se valorará la capacidad de seleccionar las preguntas más adecuadas para una evaluación de los conocimientos generales expuestos en la



aplicación seleccionada, redacción correcta de enunciados/respuestas y la ausencia de respuestas ambiguas o parcialmente correctas. **Esta actividad representa el 10% de la calificación.**

- **Examen individual en formato test multirespuesta**, con un total de 20-25 preguntas sobre los aspectos más básicos de las aplicaciones presentadas en la asignatura, que podrán incluir, además, las preguntas del banco elaborado por los equipos. **Esta actividad supondrá un 40% de la calificación de los alumnos.**

Para poder superar la asignatura los alumnos deben obtener una calificación media mínima de 5 puntos sobre 10 y una calificación en el examen final igual o superior a 3,5 puntos sobre 10.

Además, la asistencia a clase es obligatoria y las faltas se penalizarán con una deducción de 0,15 puntos en la nota final por clase perdida y 0,3 por día de ausencia. Además, si el número de faltas no justificadas supera el 20% de la duración de la asignatura quedará a potestad de los coordinadores la necesidad de que el alumno elabore un trabajo adicional o incluso la posibilidad de no poder superar la materia.

Idioma: Español y ocasionalmente inglés

PROGRAMA

1.- Los virus como agentes vacunales

- Introducción al desarrollo de vacunas
- Vectores virales vacunales
- Atenuación en la preparación de vacunas víricas
- Vacunas recombinantes y vacunas en VLP
- Investigación actual de las vacunas frente a virus en acuicultura
- Vacunas recombinantes y vacunas DIVA
- Vacunas peptídicas. Adyuvantes

2.- Los virus como vectores en terapia génica

- Tecnología CRISPR/Cas9
- Vectores basados en alfavirus
- Vectores adenovirales, adenoasociados y otros; virus artificiales
- Bioseguridad de lentivirus en el contexto de la terapia génica para la anemia de Fanconi

3.- Virología e industria

- Producción industrial de proteínas en plantas

4.- Relevancia de los virus en el desarrollo de La Biología Molecular

- Los virus como modelo para el estudio de replicación
- Importancia de enzimas virales en el desarrollo de la Biología Molecular



5.- Otras aplicaciones de los virus

- Presentación de proteínas en bacteriófagos
- Aplicaciones en biotecnología de una proteína del reovirus aviar
- Virus oncolíticos
- Arbovirus desde el punto de vista del vector
- Los virus como nanopartículas
- Aplicaciones bioterapéuticas de RNAs no codificantes virales

MESA REDONDA: desarrollo de la Carrera profesional en Virología



O1. Planificación de la investigación en Virología

Tipo de asignatura: Optativa

Número de créditos: 6

Profesores coordinadores: Ricardo Madrid González y Richard Williams

Objetivos del aprendizaje:

1. Introducir al alumno en el mundo de la investigación en virología, cubriendo los distintos pasos en el desarrollo de la investigación
2. Analizar las etapas en la formación de un investigador
3. Inculcar la importancia de la ética profesional en el desarrollo de una carrera investigadora
4. Aprender a redactar un artículo o un proyecto de investigación competitivo.
5. Conocer las aplicaciones de la informática para buscar información tanto bibliográfica como genómica.

Metodología de aprendizaje:

La enseñanza de esta Materia se basa en la exposición de clases teóricas por parte de profesores expertos en la misma y la discusión de conceptos en tiempo real en el aula en el momento de la exposición; la lectura de artículos relacionados con los temas propuestos por los profesores y la discusión posterior de los mismos en seminarios o talleres. Se exigirá la elaboración de trabajos individuales y en equipo.

Criterios de evaluación:

Se valorarán diferentes actividades que serán ponderadas de la siguiente manera:

- **Asistencia (10%)**
- **Actitud y participación en clase.** La evaluación se llevará a cabo mediante la valoración de la participación del alumno en las discusiones que se entablen en el aula y en sesiones de discusión. **La calificación obtenida tendrá un peso del 30% en la calificación final del alumno.**
- **Trabajos en grupo: Esta actividad tendrá un peso del 60% en la calificación final del alumno.** Los alumnos se distribuirán en equipos multidisciplinares para la realización de los siguientes trabajos en grupo:
 - **1. Diseño de un proyecto de investigación.** El tema del proyecto será seleccionado libremente por los alumnos, pero debe incluir experimentación en humanos, animales o vegetales. La evaluación tendrá en cuenta la exposición, con ayuda de una presentación de PowerPoint, y la defensa del proyecto, que se realizará en el aula el día que se determine. Además, cada grupo debe entregar un breve resumen en el formato de la convocatoria oficial. El contenido del proyecto debe reflejar los diferentes apartados contemplados en los proyectos habituales de investigación:
 1. Título
 2. Introducción
 3. Justificación de la propuesta



4. Objetivos

5. Plan de trabajo

6. Implicaciones éticas y de bioseguridad

La calificación del proyecto de investigación tendrá un **peso de un 40% en la calificación final** de los estudiantes.

- **2. Análisis de datos en virología: trabajo práctico.** La calificación de este trabajo supondrá **un 20% de la calificación final.**

Para poder superar la asignatura los alumnos deben obtener una calificación media mínima de 5 puntos sobre 10 y una calificación en el examen final igual o superior a 3,5 puntos sobre 10.

Además, la asistencia a clase es obligatoria y las faltas se penalizarán con una deducción de 0,15 puntos en la nota final por clase perdida y 0,3 por día de ausencia. Además, si el número de faltas no justificadas supera el 20% de la duración de la asignatura quedará a potestad de los coordinadores la necesidad de que el alumno elabore un trabajo adicional o incluso la posibilidad de no poder superar la materia.

Idioma: Español y ocasionalmente inglés

PROGRAMA

Desarrollo de una carrera científica

- El doctorado. La acreditación
- La etapa postdoctoral.: el equipo de investigación
- Experiencia de un doctorando en Virología

Diseño y modelos en investigación

- Diseño de la investigación no experimental.
- Diseño de la investigación experimental
- Gestión de ensayos clínicos

Herramientas aplicadas a la investigación: Bioestadística.

- El método estadístico: interferencia estadística e intervalos de confianza. Pruebas no paramétricas
- Análisis de la varianza: significación estadística. Regresión y correlación

Herramientas aplicadas a la investigación: Genómica y bioinformática.

- Análisis de secuencias genéticas, filogenias y bases de datos
- Simulación computacional de la función de proteínas

Financiación de proyectos de I+D: herramientas y seguimiento de proyectos

- Escritura y preparación de proyectos de investigación

Estrategias de divulgación y difusión del conocimiento

- Interpretación, elaboración de conclusiones y difusión de resultados



- Artículos científicos. Revistas científicas. Índices de calidad. Reuniones científicas
- Divulgación científica

Bioética y protección de la Propiedad Intelectual

- Bioética y experimentación
- Protección de la propiedad intelectual



H2. Enfermedades humanas producidas por virus

Tipo de asignatura: Optativa

Número de créditos: 6

Profesores coordinadores: María Cabrerizo Sanz y Ana Vázquez González

Objetivos del aprendizaje

1. Conocer cuáles son los virus o familias de virus que causan enfermedades en humanos, sus características básicas (taxonomía, estructura, ciclo vírico) y los mecanismos a través de los cuales se transmiten y producen dichas enfermedades (patogenia).
2. Conocer básicos sobre las características epidemiológicas de las infecciones víricas humanas, como incidencia o prevalencia, estacionalidad, distribución geográfica, pero también sobre la epidemiología y evolución molecular de los virus implicados.
3. Aproximarse a los aspectos clínicos asociados a las infecciones causadas por cada uno de los virus estudiados, incluyendo la patología y los síntomas clínicos principales, el tratamiento y los métodos de control y prevención (vacunas).
4. Conocer los principales métodos de diagnóstico y caracterización de los virus que causan enfermedad en humanos, cuáles son los de mayor importancia en salud pública y los sistemas de vigilancia establecidos.
5. Entender que el estudio de la virología humana debe realizarse desde un punto de vista multidisciplinar, entrelazando los conocimientos básicos de los virus con su epidemiología y las características clínicas de las enfermedades que provocan.

Metodología de aprendizaje

La enseñanza de esta materia se basa en la exposición de clases teóricas por parte de profesores expertos en la misma y la discusión de conceptos en tiempo real en el aula en el momento de la exposición; la lectura de artículos relacionados con los temas propuestos por los profesores y la discusión posterior de los mismos en seminarios o talleres. Se exigirá la elaboración de trabajos individuales y/o en equipo.

Se emplearán los siguientes métodos de aprendizaje:

- Clases magistrales impartidas por profesores expertos invitados y la discusión de conceptos en tiempo real en el aula en el momento de la exposición. Las clases se complementarán con la lectura de artículos relacionados con los temas y proporcionados por los profesores.
- Aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje colaborativo. Los estudiantes deben elaborar, exponer y defender un trabajo, preferentemente en equipo, sobre un virus propuesto por los coordinadores (y que no ha sido tratado en las clases), utilizando material y bibliografía que deben buscar ellos mismos.

Criterios de evaluación

Se valorarán diferentes actividades que serán ponderadas de la siguiente manera:

- **Actitud y participación en clase.** La evaluación se llevará a cabo mediante la valoración de la



participación del alumno en las discusiones que se entablen en el aula y en sesiones de discusión. **La calificación obtenida tendrá un peso del 5% en la calificación final del alumno.**

- **Examen.** Consistirá en una prueba con preguntas de opción múltiple (tipo test) que constará de aproximadamente 40 preguntas propuestas por los profesores con cuatro respuestas y solo una correcta. Las respuestas correctas sumarán 1 punto y las no acertadas restarán 0,25 punto. **Esta actividad tendrá un peso del 45% en la calificación final del alumno.**
- **Elaboración y presentación de un trabajo en grupo.** Se realizará en grupos de dos alumnos y el tema se seleccionará de entre los propuestos por la coordinación. El trabajo se presentará en formato de PowerPoint, con una extensión máxima de 10-12 dispositivas que hay que enviar a la coordinación el día de la presentación. La presentación deberá tener una duración máxima de 10-12 minutos y en ella deberán participar los 2 componentes del grupo. **Esta actividad tendrá un peso en la calificación final del 50%.**

Para poder superar la asignatura los alumnos deben obtener una calificación media mínima de 5 puntos sobre 10 y una calificación en el examen final igual o superior a 3,5 puntos sobre 10.

Además, la asistencia a clase es obligatoria y las faltas se penalizarán con una deducción de 0,15 puntos en la nota final por clase perdida y 0,3 por día de ausencia. Además, si el número de faltas no justificadas supera el 20% de la duración de la asignatura quedará a potestad de los coordinadores la necesidad de que el alumno elabore un trabajo adicional o incluso la posibilidad de no poder superar la materia.

Idioma: Español y ocasionalmente inglés

PROGRAMA

Enfermedades respiratorias

- Gripe y gripe aviar
- Virus respiratorio sincitial humano (RSV)
- Aspectos clínicos de la infección respiratoria pediátrica

Enfermedades gastrointestinales

- Virus productores de gastroenteritis: norovirus
- Virus productores de gastroenteritis: rotavirus
- Estudio brotes de enfermedades gastrointestinales de origen alimentario: caso práctico

Enfermedades hepáticas

- Hepatitis A
- Hepatitis C
- Hepatitis E



Enfermedades neurológicas y exantemáticas

- Enterovirus
- Herpesvirus humanos
- Sarampión y rubeola
- Aspectos clínicos de la infección neurológica pediátrica
- Vigilancia de poliomielitis en España: caso práctico

Enfermedades zoonóticas

- Determinantes sociales de la salud y "one health"
- Fiebres hemorrágicas virales y otros virus de alto riesgo biológico
- Arbovirus emergentes transmitidos por mosquitos
- Estudio de un brote de arbovirus: virus Oropouche
- Alphavirus



V2. Enfermedades víricas de importancia en animales

Tipo de asignatura: Optativa

Número de créditos: 6

Profesores coordinadores: Isabel Simarro Fernández y Cinta Prieto Suárez

Objetivos del aprendizaje

Además de los objetivos del título, la asignatura tiene los siguientes objetivos específicos:

1. Desarrollar la capacidad de evaluar el impacto global de las enfermedades víricas en sanidad animal, integrando sus repercusiones sanitarias, productivas, económicas y normativas de forma que el alumno comprenda la interconexión entre la salud animal y la salud humana por el potencial zoonótico de los virus y sus consecuencias socioeconómicas, bajo el marco estratégico del concepto de “Una sola Salud”.
2. Desarrollar la capacidad de reconocer y analizar críticamente las estrategias de lucha, prevención y control frente a las enfermedades víricas de interés veterinario y zoonótico, evaluando la eficacia de los planes de contingencia y comprendiendo del marco regulatorio y operativo de los organismos implicados en Sanidad Animal, tanto a nivel nacional como internacional.
3. Adquirir los conocimientos y la capacidad para analizar críticamente las dinámicas de transmisión y los ciclos ecológicos que se establecen en la interfase entre la fauna doméstica y silvestre, el papel determinante de los vectores artrópodos en la transmisión de arbovirus y las implicaciones de estos ciclos biológicos mixtos en el mantenimiento de reservorios y en la emergencia de brotes infecciosos, evaluando el impacto de estos factores en la epidemiología de las enfermedades víricas de los animales.
4. Desarrollar la capacidad para analizar y aplicar los sistemas de vigilancia epidemiológica y las redes de alerta sanitaria diseñadas para el control de enfermedades víricas de alto impacto en sanidad animal, familiarizándose con los flujos de notificación obligatoria, los programas de monitorización activa y pasiva, y las directrices técnicas vigentes en el marco de la sanidad animal y la salud pública.
5. Desarrollar un conocimiento avanzado sobre los desafíos técnicos del diagnóstico virológico veterinario y las innovaciones biotecnológicas emergentes para identificar factores de interferencia (ventanas epidemiológicas, variabilidad genómica, falsos resultados) y ser capaz de proponer la integración de nuevas aproximaciones tecnológicas con el fin de optimizar la sensibilidad, especificidad y rapidez diagnóstica.
6. Conocer las distintas estrategias y pautas de inmunización desarrolladas frente a virus en sanidad animal, para poder evaluar críticamente sus limitaciones, incluyendo las posibles reacciones adversas, problemas de seguridad y desafíos inmunológicos o epidemiológicos derivados del uso de vacunas para poder diseñar estrategias orientadas a mitigar o corregir dichos problemas, así como para analizar e implementar de forma óptima las diversas pautas de inmunización y vacunación de poblaciones animales bajo criterios de eficacia y seguridad.
7. Adquirir conocimientos sobre los mecanismos moleculares y ecológicos que determinan las dinámicas de infección y difusión de los virus de rápida evolución, los virus altamente difusibles y los virus de progresión lenta, para comprender el papel de la plasticidad genómica, las tasas de mutación, los factores que impulsan el salto de especie y la dispersión epidémica en su impacto tanto en la sanidad animal como en la salud pública global.



Metodología de aprendizaje

Para lograr los objetivos perseguidos en la asignatura se emplearán los siguientes métodos de aprendizaje:

- **Clases magistrales** impartidas por profesores expertos en cada tema, que además propondrán artículos relacionados con la materia impartida como formación complementaria
- **Técnicas de diálogo y discusión** de conceptos relacionados con los temas tratados en las clases magistrales, en tiempo real y en el aula, con los profesores que imparten las clases magistrales y los coordinadores de la asignatura.
- **Técnicas de aprendizaje basado en investigación** y, más específicamente, lectura crítica de artículos científicos. Estos artículos estarán relacionados con algunos de los temas propuestos por los profesores que serán analizados de forma crítica por los alumnos y posteriormente discutidos en clase.
- **Aprendizaje basado en proyectos**, mediante la asignación de temas específicos a los alumnos para que éstos los preparen y los expongan posteriormente en clase para el resto de sus compañeros y profesores. Tras la exposición se entablará una discusión en clase sobre el tema tratado.

Criterios de evaluación

Para la evaluación se tendrán en cuenta siguientes criterios:

- **Valoración de la actitud y participación del alumno en la asignatura.** Se llevará a cabo mediante la determinación de la implicación del alumno en el desarrollo de la asignatura, en los diálogos y las discusiones sobre los temas tratados en clase y los artículos científicos analizados. Para la evaluación se tendrá en cuenta la atención, las preguntas realizadas y su pertinencia y las sugerencias y aportaciones que haya el alumno, entre otros. **La calificación obtenida tendrá un peso del 10% en la calificación final del alumno.**
- **Examen final.** Consistirá en la realización, de forma presencial en el aula y por escrito, de un examen de tipo test que abarcará toda la materia impartida en el transcurso de la asignatura. Las preguntas tendrán 4 respuestas posibles y sólo una será correcta. Las respuestas correctas sumarán 1 punto y las respuestas incorrectas restarán 0,25 puntos mientras que aquellas dejadas en blanco no sumarán ni restarán. La calificación en **esta actividad tendrá un peso del 40% en la calificación final del alumno.**
- **Aprendizaje basado en preguntas.** Se llevará a cabo mediante el diseño de preguntas por parte de los alumnos, de forma individual, sobre los temas tratados en clase para fomentar que el alumno sea creador activo y no receptor pasivo. **La calificación obtenida en esta actividad tendrá un peso del 10% en la calificación final del alumno.**
- **Preparación y presentación de un tema relacionado con la asignatura:** Para la realización de esta actividad se propondrán distintos temas a los alumnos que tendrán que seleccionar uno de ellos o proponer alguno de especial interés para su aceptación por parte de los profesores. El alumno debe hacer una revisión sobre el tema y exponerla durante 15 minutos a sus compañeros de clase y a sus profesores. A continuación, deberá responder a las preguntas que planteen tanto sus compañeros como los profesores. La presentación que se prepare para la exposición se entregará a través del aula virtual. **La calificación obtenida en esta actividad tendrá un peso del 40% en la calificación final del alumno.**

Para poder superar la asignatura los alumnos deben obtener una calificación media mínima de 5 puntos sobre 10 y una calificación en el examen final igual o superior a 3,5 puntos sobre 10.

Además, la asistencia a clase es obligatoria y las faltas se penalizarán con una deducción de 0,15 puntos en la nota final por clase perdida y 0,3 por día de ausencia. Además, si el número de faltas no justificadas supera



el 20% de la duración de la asignatura quedará a potestad de los coordinadores la necesidad de que el alumno elabore un trabajo adicional o incluso la posibilidad de no poder superar la materia.

Idioma: Español y ocasionalmente inglés

PROGRAMA TEÓRICO

Bloque temático I. Introducción a las enfermedades víricas animales

- Tema 1.1. Importancia actual de las enfermedades víricas animales: impacto en Salud animal y humana, en el medio ambiente y repercusión económica. Control. Enfermedades de notificación obligatoria. Organismos oficiales
- Tema 1.2. Programas de vigilancia y sistema de comunicación de brotes de enfermedades víricas en animales

Bloque temático II. Interacción del binomio “animales domésticos–animales silvestres”: relevancia para la transmisión de virus

- Tema 2.1. Infección por virus influenza en animales. Modelo de gripe aviar
- Tema 2.2. *Rhabdoviridae*, *Lyssavirus*, y el papel de los murciélagos (orden *Chiroptera*) como reservorios
- Tema 2.3. Nueva difusión de la peste porcina africana: importancia del jabalí en la epidemiología de la enfermedad
- Tema 2.4. Nuevas variantes del virus de la mixomatosis en lagomorfos y su significación en el mantenimiento de la cadena trófica

Bloque temático III. Importancia de los artrópodos en la transmisión de enfermedades víricas: arbovirus animales

- Tema 3.1. Artrópodos vectores de enfermedades víricas
- Tema 3.2. Programas de vigilancia de arbovirus: papel de los laboratorios oficiales
- Tema 3.3. Fiebre del Valle del Rift: una amenaza para Europa
- Tema 3.4. Encefalitis víricas: Encefalitis del Oeste del Nilo como modelo de expansión territorial
- Tema 3.5. Expansión y emergencia de enfermedades como consecuencia de la distribución geográfica de sus vectores relacionado con el cambio climático: situación actual de la lengua azul y emergencia de la enfermedad hemorrágica epizootica

Bloque temático IV. Enfermedades víricas altamente difusibles y riesgo de introducción en Europa

- Tema 4.1. El modelo de la fiebre aftosa como enfermedad altamente difusible: situación actual



Bloque temático V. Enfermedades de progresión lenta

- Tema 5.1. Actualización de los métodos de estudio de las enfermedades priónicas
- Tema 5.2. Características de las enfermedades causadas por retrovirus. El modelo de la leucemia y la inmunodeficiencia felinas

Bloque temático VI. Enfermedades producidas por virus de rápida evolución

- Tema 6.1. Nuevos coronavirus emergentes y su relevancia sanitaria
- Tema 6.2. Bronquitis infecciosa: variantes del virus y papel de la variabilidad en el control de la enfermedad
- Tema 6.3. *Morbillivirus* (Familia *Paramyxoviridae*) como modelo de expansión geográfica y aumento del rango de especies (cánidos, grandes felinos y mamíferos marinos)
- Tema 6.4. Síndrome reproductivo y respiratorio porcino: modelo de rápida evolución en virus que afectan a un único hospedador

Bloque temático VII. Retos para la prevención y control de las enfermedades víricas animales

- Tema 7.1. Programas de erradicación de enfermedades basados en la utilización de vacunas marcadas (concepto DIVA): enfermedad de Aujeszky como modelo
- Tema 7.2. Estrategias de vacunación para prevenir la difusión al medio ambiente y la circulación de virus vivos modificados: vacunación en peces
- Tema 7.3. Estrategias de vacunación para evitar interferencias con la inmunidad materna (vacunación in ovo)



P1. Virus de plantas

Tipo de asignatura: Optativa

Número de créditos: 6

Profesores coordinadores: Inmaculada Ferriol Safont, Sandra Martínez Turiño, Jaime Jiménez Ruiz

Objetivos del aprendizaje

1. Introducir al alumnado en el universo de los virus de plantas y su relación con el huésped.
2. Aprender la importancia económica de los virus de plantas en la economía europea y mundial.
3. Conocer el ciclo infectivo de los virus de plantas y sus principales diferencias con virus animales: replicación, traducción, movimiento, transmisión, etc.
4. Identificar los procesos implicados en la evolución, epidemiología y emergencia de nuevos virus de plantas.
5. Comprender las interacciones planta-virus; virus-virus; planta-virus-vector.
6. Aprender mecanismos de defensa de la planta frente a infecciones virales y cómo los virus vegetales tienen sus propias estrategias para contrarrestar esta defensa de la planta.
7. Conocer estrategias de control de virus de plantas: control del virus y del vector.
8. Aprender el uso de los virus de plantas como herramientas biotecnológicas.

Metodología de aprendizaje

La enseñanza de esta asignatura se basa en la exposición de clases presenciales por parte de profesores expertos en la misma y el debate de conceptos en tiempo real en el aula. El análisis crítico de artículos relacionados con los temas propuestos por los profesores para su discusión posterior en clase. Se exigirá la elaboración y exposición de un trabajo individual o en equipo. También se realizarán tres prácticas de laboratorio, una por cada bloque temático de la asignatura.

Para lograr los objetivos perseguidos en la asignatura se emplearán los siguientes métodos de aprendizaje:

- **Clases magistrales** impartidas por profesores expertos en cada tema, que además propondrán artículos relacionados con la materia impartida como formación complementaria
- **Técnicas de diálogo y discusión** de conceptos relacionados con los temas tratados en las clases magistrales, en tiempo real y en el aula, con los profesores que imparten las clases magistrales y los coordinadores de la asignatura.
- **Técnicas de aprendizaje basado en investigación** y, más específicamente, lectura crítica de artículos científicos. Estos artículos estarán relacionados con algunos de los temas propuestos por los profesores que serán analizados de forma crítica por los alumnos y posteriormente discutidos en clase.
- **Aprendizaje basado en proyectos**, mediante la asignación de temas específicos a los alumnos para que éstos los preparen y los expongan posteriormente en clase para el resto de sus compañeros y profesores. Tras la exposición se entablará una discusión en clase sobre el tema tratado.
- **Clases prácticas en un laboratorio de virus de plantas** en las que los alumnos aprenderán los fundamentos del estudio de los virus de plantas.



Criterios de evaluación

Para la evaluación se tendrán en cuenta siguientes criterios:

- **Realización de exámenes parciales.** Se realizarán dos exámenes parciales. En el primero, se evaluarán los contenidos de la primera mitad del temario teórico (temas T1 al T7) y la práctica 1. En el segundo, se evaluarán los contenidos de la segunda mitad del temario teórico (temas T8 al T14), además de las Prácticas 2 y 3. En cada uno de los exámenes parciales se incluirán 30 preguntas tipo test con cuatro posibles respuestas donde sólo una de las cuatro es correcta. Cada respuesta correcta suma 0,33 puntos y cada respuesta incorrecta resta 0,1 puntos. **La nota de cada uno de los exámenes parciales representará un 35 % de la nota final de la asignatura.**
- **Exposición oral e individual de un artículo científico.** El artículo será elegido por cada alumno de entre un conjunto de trabajos relacionados con las materias impartidas. La evaluación de estas exposiciones se llevará a cabo según la rúbrica que estará disponible en el campus virtual de la asignatura. **La nota de la exposición representará el 30% de la calificación final de la asignatura.**

Para poder superar la asignatura los alumnos deben obtener una calificación media mínima de 5 puntos sobre 10 y una calificación en el examen final igual o superior a 3,5 puntos sobre 10.

Además, la asistencia a clase es obligatoria y las faltas se penalizarán con una deducción de 0,15 puntos en la nota final por clase perdida y 0,3 por día de ausencia. Además, si el número de faltas no justificadas supera el 20% de la duración de la asignatura quedará a potestad de los coordinadores la necesidad de que el alumno elabore un trabajo adicional o incluso la posibilidad de no poder superar la materia.

Idioma: Español y ocasionalmente inglés.

PROGRAMA:

Bloque temático I: Introducción a los virus de plantas

- Introducción a los virus de plantas I
- Introducción a los virus de plantas II
- Transmisión de virus entre plantas
- Evolución de virus de plantas
- Emergencia viral
- Epidemiología y ecología evolutiva de virus de plantas
- El movimiento del virus en la planta
- Interacción virus-vector

Bloque temático II: Interacción planta-virus

- La reacción de defensa de la planta infectada
- Interacción incompatible virus-huésped; más allá de la inmunidad mediada por patrones moleculares
- Otras formas de interacción planta-virus
- Estrategias de control de virus de plantas



Bloque temático III: Biotecnología y virus de plantas

- Vectores virales y sus aplicaciones
- Biotecnología derivada de patógenos subvirales
- Virus-like particles: desde estructura hasta nanopartículas.



O2. Virus de microorganismos

Tipo de asignatura: Optativa

Número de créditos: 6

Profesores-Coordinadores: M^a Belén Álvarez Ortega y Lucía García Pastor

Objetivos del aprendizaje:

1. Conocer la importancia biológica y evolutiva y de las aplicaciones de los virus que infectan a los microorganismos.
2. Conocer los distintos virus que afectan a bacterias, hongos filamentosos, levaduras, y parásitos.
3. Conocer las interrelaciones ecológicas entre los virus de microorganismos y sus hospedadores.
4. Conocer las aplicaciones biotecnológicas e industriales de los bacteriófagos.

Metodología de aprendizaje

La enseñanza de esta Materia se basa en la exposición de clases teóricas por parte de profesores expertos en la misma y la discusión de conceptos en tiempo real en el aula en el momento de la exposición; la lectura de artículos relacionados con los temas propuestos por los profesores y la discusión posterior de los mismos en seminarios o talleres. Se exigirá la elaboración de trabajos individuales y en equipo.

Criterios de evaluación:

En la evaluación se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- **Sesiones de trabajo. Tendrán un peso del 60% en la calificación final de los alumnos** y consistirán en:
 - **Trabajos en grupos (45%):** Se realizarán en grupos de 4-5 estudiantes y consistirán en una exposición de 45 minutos sobre alguno de los temas propuestos por los profesores. Tras la exposición, habrá tiempo para que el resto de estudiantes y los profesores hagan preguntas sobre el tema.
 - **Debate sobre terapia fágica (15%):** Se dividirá de manera aleatoria la clase en 2 grupos (a favor y en contra) y los alumnos tendrán que defender su papel con argumentos sólidos, para lo que los alumnos deben buscar previamente información sobre el tema y participar activamente en el debate.
- **Examen (40%)**

Para poder superar la asignatura los alumnos deben obtener una calificación media mínima de 5 puntos sobre 10 y una calificación en el examen final igual o superior a 3,5 puntos sobre 10.

Además, la asistencia a clase es obligatoria y las faltas se penalizarán con una deducción de 0,15 puntos en la nota final por clase perdida y 0,3 por día de ausencia. Además, si el número de faltas no justificadas supera el 20% de la duración de la asignatura quedará a potestad de los coordinadores la necesidad de que el alumno elabore un trabajo adicional o incluso la posibilidad de no poder superar la materia.

Idioma: Español y ocasionalmente inglés



PROGRAMA

- Historia de los bacteriófagos
- Diversidad morfológica y de ciclo replicativo de los bacteriófagos
- Replicación viral de moléculas circulares
- Replicación de genomas lineales
- Biología estructural de los bacteriófagos
- Ecología de los bacteriófagos
- Evolución experimental con bacteriófagos
- Sistemas CRISPR/Cas: de sistemas inmunitarios a la revolución genética
- Bacteriófagos, islas de patogenicidad y la movilización del genoma bacteriano
- Endosimbiosis de virus y parásitos protozoos flagelados de interés sanitario
- *Arbitrium* o cómo los virus se comunican para tomar decisiones
- Los bacteriófagos como problema en procesos industriales
- Sinergia entre antibióticos y bacteriófagos: como los antibióticos mejoran la acción de los bacteriófagos
- Bacteriófagos para el control de fitopatógenos
- Interacciones mutualistas y parasitarias entre protistas, virus gigantes y virofagos

Virus de arqueas



Prácticas

Tipo de asignatura: Obligatoria

Número de créditos: 6

Profesores coordinadores: Cinta Prieto Suárez e Isabel Simarro Fernández

Objetivos del aprendizaje:

1. Desarrollar la capacidad para implementar de forma rigurosa y sistemática los protocolos de bioseguridad requeridos para trabajar con virus de distinta clasificación de bioseguridad según la OMS, identificando de forma correcta los niveles de contención biológica requerida y aplicando las técnicas adecuadas para el manejo seguro de virus y la gestión adecuada de riesgos y residuos para garantizar la protección personal, comunitaria y ambiental.
2. Desarrollar la capacidad de aplicar los fundamentos metodológicos y las herramientas experimentales de la virología, integrando técnicas biológicas, moleculares y disciplinas afines para demostrar de forma rigurosa la presencia de agentes virales en muestras biológicas, ejecutar los procesos de aislamiento, detección e identificación, y desarrollar una caracterización exhaustiva tanto a nivel fenotípico como molecular.
3. Desarrollar la capacidad de operar con destreza los instrumentos y técnicas de análisis requeridas en el aislamiento y la caracterización molecular y biológica de los virus, mediante la correcta manipulación de equipos de laboratorio.
4. Desarrollar la capacidad de planificar, diseñar y desarrollar de manera autónoma proyectos de investigación y diseños experimentales en el ámbito científico
5. Desarrollar la capacidad de contrastar de forma sistemática las evidencias empíricas obtenidas, detectar posibles sesgos, falsos positivos o negativos, e identificar resultados inválidos o anómalos causados por fallos metodológicos, contaminaciones o errores instrumentales para poder interpretar críticamente los resultados derivados de la investigación y auditar la validez del diseño experimental.
6. Desarrollar una actitud crítica en el diseño y realización de estudios virológicos
7. Desarrollar la capacidad de adoptar un enfoque crítico, analítico y ético en el diseño y la ejecución de estudios virológicos, cuestionando de forma sistemática la idoneidad de los modelos experimentales seleccionados, evaluar el alcance de las metodologías empleadas y garantizar la integridad científica y el rigor metodológico en todas las fases de la investigación.

Metodología de aprendizaje

Para lograr los objetivos perseguidos en la asignatura se emplearán los siguientes métodos de aprendizaje:

- **Aprendizaje basado en la observación y repetición de procesos.** Consiste en que los alumnos observarán a sus tutores de prácticas durante la realización de procesos, que el tutor explicará al estudiante, incluyendo los principios de las técnicas realizadas. Posteriormente, los alumnos repetirán estos procesos, inicialmente bajo supervisión y posteriormente de forma autónoma.
- **Aprendizaje basado en la indagación.** Consiste en que los alumnos empiecen a actuar como investigadores. Esta será una segunda fase en la que el alumno no se limitará a seguir estrictamente las instrucciones recibidas sino que comenzará a formular hipótesis y diseñar experimentos para darles



respuesta. Este tipo de aprendizaje se dividirá en dos fases sucesivas, en función del grado de aprendizaje alcanzado por los alumnos:

- **Indagación guiada:** Esta técnica se aplicará inicialmente y en ella el tutor planteará la pregunta y el método y el alumno debe descubrir el resultado.
- **Indagación abierta:** En una fase posterior se puede llevar a cabo una técnica de indagación abierta en la que el alumno plantea él mismo la pregunta y realiza el diseño experimental para darle respuesta.
- **Aprendizaje basado en problemas.** Se basa en que los alumnos encuentren soluciones viables en el laboratorio para resolver problemas que o bien aparezcan en el transcurso de su trabajo o se planteen de forma teórica durante su estancia en el laboratorio. Este aprendizaje será supervisado por sus tutores en sesiones organizadas para discutir problemas.
- **Aprendizaje basado en proyectos.** Los alumnos trabajarán en la resolución de un desafío complejo que, típicamente, será el tema de su Trabajo Fin de Máster. Se trata de un trabajo prolongado en el laboratorio, utilizando las herramientas y técnicas a su alcance para resolverlo. Este aprendizaje será supervisado por los tutores en seminarios de investigación.

Criterios de evaluación

La evaluación se realizará de forma continua, por parte de los tutores de los alumnos, y en la misma se valorarán criterios procedimentales (saber hacer) y actitudinales (saber ser/estar) y, en mejor medida cognitivos (saber).

La evaluación se llevará a cabo siguiendo un formulario de evaluación, que estará disponible en el campus virtual de la asignatura y que incluye preguntas específicas para evaluar los objetivos de la asignatura.

Para poder superar la asignatura será necesario obtener una calificación mínima de 5 puntos sobre 10.

Idioma: Español



TFM. Trabajo Fin de Máster

Tipo de asignatura: Obligatoria

Número de créditos: 12

Profesores coordinadores: Cinta Prieto Suárez e Isabel Simarro Fernández

Objetivos del aprendizaje

Además de los objetivos del título, la asignatura tiene los siguientes objetivos específicos:

1. Desarrollar la capacidad para localizar y seleccionar la literatura científica más adecuada para el objetivo de estudio y aprender a analizarla y comprenderla críticamente, extrayendo la información esencial para la resolución del problema planteado y para enriquecer la interpretación de los resultados obtenidos.
2. Desarrollar la capacidad para formular hipótesis plausibles y delimitar objetivos específicos, medibles y alcanzables orientados a dar respuesta a problemas o preguntas de investigación científica.
3. Desarrollar la capacidad para aplicar el método científico de manera transversal en la resolución de problemas complejos, lo que implica adquirir la capacidad de identificar un problema, formular hipótesis plausibles basadas en el conocimiento previo, diseñar y ejecutar procedimientos experimentales controlados, analizar críticamente los datos obtenidos y deducir conclusiones válidas que den respuesta al problema planteado.
4. Desarrollar la capacidad para analizar, interpretar y evaluar con rigor y espíritu crítico los resultados empíricos derivados de la investigación, mediante la aplicación de metodologías sistemáticas y estándares profesionales, garantizando la objetividad en la discusión de los datos, la identificación de sesgos y el reconocimiento de las limitaciones del estudio.
5. Desarrollar la capacidad de integrar los nuevos hallazgos con el marco teórico previo de la virología y de disciplinas afines, conectándolos directamente con el entorno real, con un enfoque multidisciplinar que garantice una interpretación precisa y contextualizada de la información, transformando el saber científico en un aporte de alto valor e interés general.
6. Desarrollar la capacidad analítica para sintetizar los hallazgos empíricos y deducir conclusiones precisas, rigurosas y directamente vinculadas con las hipótesis y objetivos generales establecidos al inicio de la investigación, mediante el contraste de forma crítica de los datos recolectados para demostrar en qué medida se ha dado respuesta a las preguntas de investigación formuladas.
7. Desarrollar la capacidad para redactar manuscritos académicos con rigor científico, aplicando de forma estricta las normas de estilo y citación internacionales, estructurando el documento bajo la lógica metodológica estándar (introducción, metodología, resultados y discusión) y utilizando una prosa técnica, precisa y objetiva para garantizar la cohesión argumental, la honestidad académica y la ausencia de plagio.
8. Desarrollar la capacidad de exponer de forma pública, clara y estructurada los resultados del trabajo realizado, empleando estrategias de comunicación tanto verbal como no verbal, herramientas audiovisuales adecuadas y un manejo correcto del tiempo.
9. Desarrollar la capacidad para contrastar, discutir y defender de manera fundamentada los resultados de la investigación ante la comunidad académica, mediante el intercambio de perspectivas con pares profesionales, utilizando razonamientos lógicos y evidencias empíricas sólidas extraídas de los datos obtenidos.



Metodología de aprendizaje

Para lograr los objetivos perseguidos en la asignatura se emplearán los siguientes métodos de aprendizaje:

- **Aprendizaje basado en la investigación.** Consiste en que los alumnos identifiquen posibles lagunas en el conocimiento, planteen hipótesis contrastables, diseñen metodologías empíricas y recopilen y analicen datos.
- **Aprendizaje basado en proyectos.** Consiste en que los alumnos deben elaborar un proyecto (documento de TFM) que tiene unos apartados concretos y unos plazos que cumplir. El aprendizaje se fragmenta y planifica mediante la gestión de fases (cronograma o diagrama de Gantt): revisión de la literatura, diseño experimental, trabajo de experimental, redacción y preparación de la defensa.
- **Aprendizaje mediante tutoría.** Se basa en el aprendizaje guiado por el tutor, que orienta al alumno. Es el alumno el que debe presentar avances autónomos y el tutor debe actuar asesorando, cuestionando los enfoques, sugiriendo lecturas alternativas y ayudando a identificar posibles errores o sesgos metodológicos.
- **Aprendizaje autónomo y autorregulado.** El estudiante es el principal responsable de su aprendizaje. Requiere un proceso constante de planificación, toma de decisiones críticas y autoevaluación sobre el rigor del trabajo desarrollado. El alumno debe demostrar que es capaz de avanzar en el aprendizaje sin una supervisión constante.

Criterios de evaluación

El TFM sólo podrá ser evaluado una vez que el alumno haya superado un **mínimo de 48 ECTS** del Plan de Estudios del Máster.

Para que el alumno pueda defender su TFM debe haberlo enviado, por correo electrónico, a la coordinación del máster con una antelación mínima de 14 días antes de la fecha programada para la defensa pública.

La evaluación del TFM se hará mediante exposición y defensa pública ante un tribunal evaluador, que constará de tres miembros, elegidos entre los profesores del máster. El tribunal empleará criterios de evaluación claros, medibles y técnicamente estructurados y evaluará las competencias transversales y específicas dividiendo la calificación en tres grandes bloques: memoria escrita, exposición oral y defensa de trabajo ante el tribunal evaluador. Cada uno de estos bloques consta de varios elementos individuales de evaluación, cada uno de ellos con un peso específico. Tanto los elementos que se van a evaluar como la rúbrica de evaluación estará disponible para los alumnos en el campus virtual.

Cada uno de los miembros del tribunal emitirá una calificación individual en cada uno de los elementos evaluados. La calificación obtenida por el alumno en cada elemento será el promedio de las calificaciones otorgadas por cada uno de los miembros del tribunal evaluador. La calificación obtenida en la **memoria escrita** supondrá un **50% de la calificación final** del alumno, la **calificación de la exposición** supondrá un **20% de la calificación final** del alumno y la **calificación de la defensa** un **30% de la calificación final del alumno**.

Para superar la asignatura los alumnos deben obtener una calificación mínima de 5 puntos sobre 10.

Idioma

El Trabajo de Fin de Máster puede ser presentado y defendido **tanto en español como en inglés**. En ambos casos, el documento escrito debe incluir tanto el resumen como las conclusiones en ambos idiomas. La memoria o la defensa en inglés serán evaluados con el mismo baremo que en español, exigiéndose que carezca de errores ortográficos, lingüísticos o científicos.