

MECANISMOS MOLECULARES DE TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES A TRAVÉS DE LA MEMBRANA EN BACTERIAS

Curso 2020-2021

(Fecha última actualización: 30/06/2020)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica del Máster: 17/07/2020)

SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER	TIPO DE ENSEÑANZA	IDIOMA DE IMPARTICIÓN
1º	3	Optativa	Presencial / Semipresencial / Virtual	Español
MÓDULO		Docencia		
MATERIA		MT-24		
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO		Escuela Internacional de Posgrado		
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE		Máster Universitario en Investigación y Avances en Microbiología		
CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA		Facultad de Ciencias		
PROFESORES⁽¹⁾				
José Muñoz Dorado				
DIRECCIÓN		Dpto. Microbiología, 5ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho s/n Correo electrónico: jdorado@ugr.es		
TUTORÍAS		Martes, miércoles y jueves, de 11 a 13 horas		
Aurelio Moraleda Muñoz				
DIRECCIÓN		Dpto. Microbiología, 5ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho s/n Correo electrónico: aureliom@ugr.es		
TUTORÍAS		Lunes, martes y jueves, de 10 a 12 horas		
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS				
COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES				
<ul style="list-style-type: none"> • CB1: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación. • CB2: Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. • CB3: Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. 				

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))



- CB4: Comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB5: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE1: Reconocer un problema microbiológico que ofrezca interés para la investigación, describirlo apropiadamente en su entorno (antecedentes, estado de la cuestión, hipótesis planteada por otros autores, etc.) y plantear con claridad los objetivos de la investigación correspondiente.
- CE2: Diseñar el proceso de investigación apropiado para resolver el problema planteado, seleccionando las metodologías y técnicas más eficaces y los experimentos oportunos de acuerdo con los objetivos de la investigación propuesta.
- CE7: Elaborar un “reporte” científico/técnico o trabajo de investigación que comunique a la comunidad científica la aportación de la investigación realizada, manejando las tecnologías de la información útiles para la adquisición y difusión de resultados en investigación.
- CE8: Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación sobre Microbiología, para asesorar a personas y a organizaciones.

OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

EL ALUMNO SABRÁ/COMPRENDERÁ:

- Que las bacterias son capaces de detectar multitud de cambios medioambientales y responder rápidamente a ellos para adaptarse.
- Que esos cambios medioambientales pueden ser producidos o provocados por otros seres vivos. En otras palabras, que los alumnos comprendan que las bacterias se comunican tanto entre sí como con otros seres vivos.
- Diferenciar aquellos estímulos que penetran directamente en el citoplasma de los que funcionan desde el exterior. En este caso la señal tiene que ser transmitida a través de la membrana, y al mecanismo se le conoce con el nombre de transducción de señales.
- A nivel molecular, el funcionamiento de los mecanismos de transducción de señales utilizados por las bacterias.
- Ilustrar con ejemplos concretos los mecanismos estudiados anteriormente, para que los alumnos conozcan la diversidad, las normas y las excepciones de los diferentes mecanismos.

EL ALUMNO SERÁ CAPAZ DE:

- Realizar búsquedas bibliográficas relacionadas con los contenidos del curso.
- Desarrollar y profundizar en ciertos aspectos de la transducción de señales utilizando como base los conocimientos adquiridos en las clases presenciales.
- Defender el trabajo desarrollado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

Este curso pretende que los alumnos conozcan y comprendan las principales estrategias que las bacterias han ido desarrollando a lo largo de la evolución para realizar un escrutinio de las condiciones ambientales del medio que las rodea y adaptarse a los cambios de una manera rápida con el objeto de asegurar su supervivencia. Para ello, en primer lugar se incide en el hecho de que los procariotas, al ser unicelulares y tener un tamaño tremendamente pequeño, se encuentran sometidos a una mayor presión medioambiental que el resto de los seres vivos de mayor tamaño. A continuación se describen las características comunes de las rutas de transducción de señales más comunes, como los sistemas de dos componentes, las quinasas y fosfatasa de tipo eucariota, los diferentes mecanismos sensores de quórum, las rutas que emplean nucleótidos cíclicos de diversa naturaleza, o los factores sigma de tipo ECF. Una vez conocidas las generalidades de las distintas estrategias, se ilustra cada una de ellas con uno o varios ejemplos adaptativos en los que participan estos mecanismos. Por último, se hace especial incidencia en el hecho de que muchos procariotas emplean estos mecanismos de transducción de señales para comunicarse entre sí, lo que les permite



coordinar sus movimientos y comportamientos para realizar algo en común. Esto es especialmente relevante en aquellos organismos que presentan comportamiento multicelular, como las mixobacterias, los estreptomicetos o las cianobacterias formadoras de tricomas.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- Tema 1. La transducción de señales. Hitos más significativos en la Historia del tema. Necesidad de las bacterias de detectar cambios ambientales y adaptarse a ellos, y de comunicarse entre sí.
- Tema 2. Los sistemas de un componente. Ejemplos.
- Tema 3. Los sistemas de dos componentes. Características generales de las histidina quinasa y de los reguladores de respuesta. Funcionamiento del sistema. Ejemplos.
- Tema 4. Los factores sigma de tipo ECF. Ejemplos.
- Tema 5. Proteínas quinasa/fosfatasa de tipo eucariótico. Ejemplos.
- Tema 6. El diguanilato cíclico y otros nucleótidos cíclicos como segundos mensajeros.
- Tema 7. Comunicación intercelular durante el ciclo de desarrollo de *Myxococcus xanthus*.
- Tema 8. Mecanismo sensor de quorum en bacterias Gram-negativas y Gram positivas.
- Tema 9. Otros ejemplos de comunicación intercelular.
- Tema 10. Mecanismos globales de adaptación celular a cambios medioambientales.
- Tema 11. Transducción de señales, virulencia y sistema inmune.

TEMARIO PRÁCTICO:

No procede

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

No procede

PRÁCTICAS DE CAMPO:

No procede

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Alexander RP, Zhulin IG. (2007) Evolutionary genomics reveals conserved structural determinants of signalling and adaptation in microbial chemoreceptors. *Proc Nat Acad Sci USA*. 104:2885-2890.
- Antunes LC, Ferreira RB, Buckner MM, Finlay BB. (2010) Quorum sensing in bacterial virulence. *Microbiology*. 156:2271-2282.
- Baker MD, Wolanin PM, Stock JB. (2006) Systems biology of bacterial chemotaxis. *Curr Opin Microbiol*. 9:187-192.
- Cheung J, Hendrickson WA. (2010) Sensor domains of two-component regulatory systems. *Curr Opin Microbiol*. 13:116-123.
- Camilli A, Bassler BL. (2006) Bacterial small-molecule signaling pathways. *Science*. 311:1113-1116.
- Czajkowski R, Jafra S. (2009) Quenching of acyl-homoserine lactone-dependent quorum sensing by enzymatic disruption of signal molecules. *Acta Biochim Pol*. 56:1-16.
- Defoirdt T, Boon N, Sorgeloos P, Verstraete W, Bossier P. (2008) Quorum sensing and quorum quenching in *Vibrio harveyi*: lessons learned from in vivo work. *ISME J*. 2:19-26.
- Dickschat JS. (2010) Quorum sensing and bacterial biofilms. *Nat Prod Rep*. 27:343-369.
- Dong YH, Zhang LH. (2005) Quorum sensing and quorum-quenching enzymes. *J Microbiol*. 43:101-109.
- Galperin MY. (2010) Diversity of structure and function of response regulator output domains. *Curr Opin Microbiol*. 13:150-159.
- Gao R, Stock AM. (2009) Biological insights from structures of two-component proteins. *Annu Rev Microbiol* 63:133-154.
- Gomelsky M. (2011) cAMP, c-di-GMP, c-di-AMP and now cGMP: bacteria use them all! *Mol Microbiol*. 79:562-565.



- Gotoh Y, Eguchi Y, Watanabe T, Okamoto S, Doi A, Utsumi R. (2009) Two-component signal transduction as potential drug targets in pathogenic bacteria. *Curr Opin Microbiol.* 13:232-239.
- Gruber TM, Gross CA. (2003) Multiple sigma subunits and the partitioning of bacterial transcription space. *Annu Rev Microbiol.* 57:441-466.
- Kannan N, Taylor SS, Zhai Y, Venter JC, Manning G. (2007) Structural and functional diversity of the microbial kinome. *PLOS Biol.* 5:467-478.
- Keller L, Surette MG. (2006) Communication in bacteria: an ecological and evolutionary perspective. *Nat Rev Microbiol.* 4:249-258.
- Krell T, Lacal J, Busch A, Silva-Jiménez H, Guazzaroni ME, Ramos JL. (2010) Bacterial sensor kinases: diversity in the recognition of environmental signals. *Annu Rev Microbiol.* 64:539-559.
- López D, Vlamakis H, Kolter R. (2010) Biofilms. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* 2:a000398.
- Molle V, Kremer L. (2010) Division and cell envelope regulation by Ser/Thr phosphorylation: *Mycobacterium* shows the way. *Mol Microbiol.* 75:1064-1077.
- Moraleda-Muñoz A, Marcos-Torres FJ, Pérez J, Muñoz-Dorado J. (2019) Metal-responsive RNA polymerase extracytoplasmic function (ECF) sigma factors. *Mol Microbiol.* 111:385-398.
- Muñoz-Dorado J, Marcos-Torres FJ, García-Bravo E, Moraleda-Muñoz A, Pérez J. (2016) Myxobacteria: Moving, killing, feeding, and surviving together. *Front Microbiol.* 7:781.
- Muñoz-Dorado J, Moraleda-Muñoz A, Marcos-Torres FJ, Contreras-Moreno FJ, Martín-Cuadrado AB, Schrader JM, Higgs PI, Pérez J. (2019) Transcriptome dynamics of the *Myxococcus xanthus* multicellular developmental program. *eLife*:e50374
- Paget MSB, Helmann JD. (2003) The sigma70 family of sigma factors. *Genome Biol* 4:203.1–203.6.
- Pérez J, Castañeda-García A, Jenke-Kodama H, Müller R, Muñoz-Dorado J. (2008) Eukaryotic-like protein kinases in the prokaryotes and the myxobacterial kinome. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 105:15950-15955.
- Pérez J, Muñoz-Dorado J, Moraleda-Muñoz A. (2008) The complex global response to copper in the multicellular bacterium *Myxococcus xanthus*. *Metallomics* 10:876-886.
- Romling U, Amikam D. (2006) Cyclic di-GMP as a second messenger. *Curr Opin Microbiol.* 9:218-228.
- Rowley G, Spector M, Kormanec J, Roberts M. (2006) Pushing the envelope: extracytoplasmic stress responses in bacterial pathogens. *Nat Rev Microbiol.* 4:383-394.
- Tiaden A, Spirig T, Hilbi H. (2010) Bacterial gene regulation by alpha-hydroxyketone signaling. *Trends Microbiol.* 18:288-297.
- Velicer GJ, Vos M. (2009) Sociobiology of the myxobacteria. *Annu Rev Microbiol.* 63:599-623.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Beier D, Gross R. (2006) Regulation of bacterial virulence by two-component systems. *Curr Opin Microbiol.* 9:143-152.
- Brunner M, Schafmeier T. (2006) Transcriptional and post-transcriptional regulation of the circadian clock of cyanobacteria and *Neurospora*. *Genes Dev.* 20:1061-1074.
- Hayward RD, Leong JM, Koronakis V, Campellone KG. (2006) Exploiting pathogenic *Escherichia coli* to model transmembrane receptor signalling. *Nat Rev Microbiol.* 4:358-370.
- Kaiser D. (2008) *Myxococcus*-from single-cell polarity to complex multicellular patterns. *Annu Rev Genet.* 42:109-130.
- Konovalova A, Petters T, Søggaard-Andersen L. (2010) Extracellular biology of *Myxococcus xanthus*. *FEMS Microbiol Rev.* 34:89-106.
- Martín JF, Liras P. (2010) Engineering of regulatory cascades and networks controlling antibiotic biosynthesis in *Streptomyces*. *Curr Opin Microbiol.* 13:263-273.
- Venturi V. (2006) Regulation of quorum sensing in *Pseudomonas*. *FEMS Microbiol Rev.* 30:274-291.



ENLACES RECOMENDADOS (OPCIONAL)

METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases teóricas, con participación de los alumnos.
- Clases desarrolladas con ordenador acerca de la utilización de bases de datos bioinformáticas.
- Desarrollo de un trabajo en donde se profundizarán en los conocimientos adquiridos en el curso.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

CONVOCATORIA ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

- Asistencia obligatoria: 70% de la nota final. Se evaluarán las competencias CB1, CB2, CB3, CB5 y CE1.
- Actitud y participación en clase: 5% de la nota final. Se evaluarán las competencias CB4 y CE8.
- Desarrollo y defensa de un trabajo en donde se profundice en algunos de los temas tratados en el curso: 25% de la nota final. Obligatorio. Se evaluarán las competencias CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CE1, CE2, CE7 y CE8.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

- Desarrollo y defensa de un trabajo en donde se profundice en algunos de los temas tratados en el curso: 100% de la nota final.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA *NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA*

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación en tal caso consistirá en:

- Desarrollo y defensa de un trabajo en donde se profundice en algunos de los temas tratados en el curso: 100% de la nota final.



ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

- El mismo mencionado arriba

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

- Videoconferencia utilizando *Google Meet*.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases teóricas presenciales preferentemente, aunque, si no hay suficiente capacidad en el aula, sería presenciales síncronas.
- Clases desarrolladas con ordenador acerca de la utilización de bases de datos bioinformáticas. Si las medidas de seguridad vigentes en el momento del desarrollo del curso no permitieran disponer de un aula con ordenadores con la capacidad adecuada, estas clases se impartirían de manera telemática mediante videoconferencia a través de *Google Meet*.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

- Asistencia obligatoria a clases presenciales y no presenciales: 70% de la nota final. Se evaluarán las competencias CB1, CB2, CB3, CB5 y CE1.
- Actitud y participación en clase: 5% de la nota final. Se evaluarán las competencias CB4 y CE8.
- Desarrollo y defensa de un trabajo en donde se profundice en algunos de los temas tratados en el curso: 25% de la nota final. Obligatorio. Se evaluarán las competencias CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CE1, CE2, CE7 y CE8.

Convocatoria Extraordinaria

- Desarrollo y defensa de un trabajo en donde se profundice en algunos de los temas tratados en el curso: 100% de la nota final.

Evaluación Única Final

- Desarrollo y defensa de un trabajo en donde se profundice en algunos de los temas tratados en el curso: 100% de la nota final.

ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

- El mismo mencionado arriba

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

- Videoconferencia utilizando *Google Meet*.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases teóricas impartidas telemáticamente mediante videoconferencia utilizando *Google Meet*.
- Sesiones telemáticas mediante videoconferencia a través de *Google Meet* sobre la utilización de bases bioinformáticas.



MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

- Asistencia obligatoria a las clases impartidas de manera telemática: 70% de la nota final. Se evaluarán las competencias CB1, CB2, CB3, CB5 y CE1.
- Actitud y participación en clase: 5% de la nota final. Se evaluarán las competencias CB4 y CE8.
- Desarrollo de un trabajo en donde se profundice en algunos de los temas tratados en el curso y defensa del mismo mediante videoconferencia utilizando *Google Meet*: 25% de la nota final. Obligatorio. Se evaluarán las competencias CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CE1, CE2, CE7 y CE8.

Convocatoria Extraordinaria

- Desarrollo de un trabajo en donde se profundice en algunos de los temas tratados en el curso y defensa del mismo mediante videoconferencia utilizando *Google Meet*: 100% de la nota final.

Evaluación Única Final

- Desarrollo de un trabajo en donde se profundice en algunos de los temas tratados en el curso y defensa del mismo mediante videoconferencia utilizando *Google Meet*: 100% de la nota final.

