

Guía docente de la asignatura

**Mecanismos Moleculares de Transducción de Señales a Través de la Membrana en Bacterias**Fecha última actualización: 06/07/2021  
Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 15/07/2021**Máster**

Máster Universitario en Investigación y Avances en Microbiología

**MÓDULO**

Módulo de Docencia

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

<b>Semestre</b>	Primero	<b>Créditos</b>	3	<b>Tipo</b>	Optativa	<b>Tipo de enseñanza</b>	Presencial
-----------------	---------	-----------------	---	-------------	----------	--------------------------	------------

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

Los propios del máster.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)**

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.
2. Los sistemas reguladores de dos componentes. Características generales de las histidina quinasa y de los reguladores de respuesta. Funcionamiento del sistema.
3. Ejemplos de sistemas reguladores de dos componentes: Funcionamiento de las quimiotaxias en bacterias entéricas. Osmorregulación. Asimilación de nitrógeno y fosfato.
4. Proteínas quinasa de tipo eucariótico. Características generales y procesos en los que funcionan.
5. Comunicación intercelular. Comunicación intercelular durante el ciclo de desarrollo de *Myxococcus xanthus*.
6. Mecanismo sensor de quorum en bacterias Gram-negativas mediado por lactonas de homoserina. Bioluminiscencia en *Vibrio* y otros procesos.
7. Mecanismo sensor de quórum en bacterias Gram positivas: competencia en *Bacillus*.
8. Comunicación intercelular para la conjugación en *Enterococcus faecalis*.
9. Comunicación intercelular entre la preespora y la célula madre en *Bacillus subtilis*.



10. Comunicación intercelular durante el ciclo de desarrollo en estreptomicetos.
11. Comunicación intercelular en cianobacterias para la formación de heteroquistes.
12. Los factores sigma de tipo ECF.
13. El diguanilato cíclico y otros nucleótidos cíclicos como segundos mensajeros.

## COMPETENCIAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan 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.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de 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.
- CB9 - Que los estudiantes sepan 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.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Reconocer un problema microbiológico que ofrezca interés para la investigación, describirlo apropiadamente en su entorno (antecedentes, estado de la cuestión, hipótesis planteadas por otros autores, etc.) y plantear con claridad los objetivos de la investigación correspondiente.
- CE02 - 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.
- CE07 - 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.
- CE08 - Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación sobre microbiología para asesorar a personas y a organizaciones.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

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 quininas y fosfatasas 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 procariontes 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.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### 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 quininas 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.

### PRÁCTICO

Esta asignatura no posee contenidos prácticos.

## 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, Sogaard-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.

**METODOLOGÍA DOCENTE**

- MD01 Clases magistrales
- MD03 Colección, estudio y análisis bibliográfico

**EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)****EVALUACIÓN 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.

	Porcentaje	Competencias evaluadas
Asistencia <b>obligatoria</b>	70%	CB1, CB2, CB3, CB5, CE1
Actitud y participación en clase	5%	CB4, CE8
Desarrollo y defensa <b>obligatorios</b> de un trabajo en el que se profundice en algunos de los temas tratados en el curso	25%	CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CE1, CE2, CE7, CE8

**EVALUACIÓN 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 el que se profundice en algunos de los temas tratados en el curso: 100% de la nota final.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

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 el que se profundice en algunos de los temas tratados en el curso: 100% de la nota final.

