Guía docente de la asignatura

Biomineralizaciones (M46/56/1/4)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 27/06/2025

Máster	Máster Universitario en Investigación y Avances en Microbiología
MÓDULO	Módulo de Docencia
RAMA	Ciencias
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Primero	**Créditos**	3	**Tipo**	Optativa	**Tipo de enseñanza**	Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Los propios del Máster

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

Teoría: Visión general sobre los estudios de Biomineralización y su implicación en distintas áreas de conocimiento. Procesos de Biomineralización: Biomineralización controlada biológicamente y Biomineralización inducida biológicamente. Mecanismos generales de precipitación de minerales por microorganismos, especialmente bacterias. Tipos de Biominerales más frecuentemente precipitados y consecuencias de la Biomineralización en distintos hábitat naturales. Distintos enfoques y/o metodologías en los estudios de Biomineralización, criterios para la elaboración de medios de cultivo y selección de las condiciones de estudio. Se profundizará principalmente en las biomineralizaciones bacterianas de carbonatos y fosfatos tan importantes en el campo geológico, ambiental y médico. Para estos minerales se estudiara más detalladamente los mecanismos de precipitación, los microorganismos implicados y la influencia de distintos factores en la precipitación. Finalmente se revisara el impacto geológico y consecuencias de estos procesos de Biomineralización en diferentes ambientes y la utilidad de estos estudios en distintos campos. Así mismo mencionaremos el interés de la precipitación de estruvita en depuración de aguas residuales y en estudios biomédicos. Prácticas: 1. Preparación de medios de cultivo adecuados para la precipitación de carbonatos y estruvita.- 2. Cultivo de bacterias implicadas en la precipitación de dichos minerales.- 3. Observación microscópica de los distintos minerales precipitados. Reconocimiento orientativo de los mismos.- 4. Recuperación y purificación de los cristales precipitados para su posterior identificación.- 5. Discusión de los

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:37
Código seguro de verificación (CSV): BFCE0F74B872C89348236241672920 84 Pág. 1 de 6

resultados obtenidos

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.
- CE03 - Poner a punto las técnicas necesarias para la resolución del problema planteado, contrastando su corrección y validación.
- CE04 - Realizar la investigación diseñada, trabajando dentro de un equipo y/o en colaboración con otros investigadores.
- CE05 - Elaborar los datos de laboratorio y presentar los resultados de forma lógica y funcional.
- CE06 - Establecer de forma crítica la relevancia y significación de los resultados obtenidos respecto de los objetivos propuestos y elaborar las conclusiones pertinentes, en el marco del conocimiento científico actual sobre el tópico en cuestión.
- 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.

COMPETENCIAS

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:37
Código seguro de verificación (CSV): BFCE0F74B872C89348236241672920 84 Pág. 2 de 6

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.
- CE03 - Poner a punto las técnicas necesarias para la resolución del problema planteado, contrastando su corrección y validación.
- CE04 - Realizar la investigación diseñada, trabajando dentro de un equipo y/o en colaboración con otros investigadores.
- CE05 - Elaborar los datos de laboratorio y presentar los resultados de forma lógica y funcional.
- CE06 - Establecer de forma crítica la relevancia y significación de los resultados obtenidos respecto de los objetivos propuestos y elaborar las conclusiones pertinentes, en el marco del conocimiento científico actual sobre el tópico en cuestión.
- 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)

1. Conocimiento de los procesos de biomineralización.- 2. Conocimiento de los mecanismos de precipitación de minerales por bacterias.- 3. Comprensión del impacto geológico y de la significación biológica de las biomineralizaciones.- 4. Capacidad para aplicar estos conocimientos a la realización de experimentos sobre biomineralizaciones.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:37
Código seguro de verificación (CSV): BFCE0F74B872C89348236241672920 84 Pág. 3 de 6

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

- Tema 1. Introducción a la biomineralización y su implicación en distintas áreas de conocimiento
- Tema 2. Procesos de biomineralización: biomineralización inducida y controlada.
- Tema 3. Biomineralización por microorganismos y tipos de biominerales más frecuentes (carbonatos, fosfatos y óxidos de hierro). Consecuencias de las biomineralización en ambientes naturales.
- Tema 4. Aplicaciones biotecnológicas de los biominerales
- Tema 5. Elaboración de medios de cultivo y selección de condiciones de estudio.
- Tema 6. Técnicas de caracterización mineral.

PRÁCTICO

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

- Seminarios sobre la biomineralización bacteriana de sulfatos, fosfatos, carbonatos, silicatos
- Seminarios sobre aplicaciones nanotecnológicas de los biominerales
- Seminarios sobre factores físico-químicos que afectan a la formación de biominerales.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

Práctica 1. Preparación de medios de cultivo adecuados para la precipitación de carbonatos

Práctica 2. Cultivo de bacterias implicadas en la precipitación de dichos minerales

Práctica 3. Observación microscópica de los minerales precipitados y reconocimiento orientativo de los mismos

Práctica 4. Recuperación y purificación de los cristales precipitados para su posterior identificación

Práctica 5. Caracterización de los biominerales mediante: Microscopía electrónica. Difracción de rayos x. Espectroscopía de IR

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Erlich, H.L. and Newman, D.K. (2009). Geomicrobiology, 5th Ed.CRC Press and Taylor & Francis. 606pP.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:37
Código seguro de verificación (CSV): BFCE0F74B872C89348236241672920 84 Pág. 4 de 6

- Lowenstam HA, Weiner S (1989) On Biomineralization. Oxford University Press. 324 ppBazylinski D.A. Controlled biomineralization of magnetic minerals by magnetostatic bacteria. (1996) Chemical Geology 132, 191-198.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Bazylinski D.A. Frankel R.B. y Konhauser K.O (2007) Modes of Biomineralization of Magnetite by MicrobesGeomicrobiology Journal, 24:465–475,
- Jiménez-López C., Rodriguez-Navarro C., Piñar G., Carrillo-Rosúa F.J., Rodriguez-Gallego M. and Gonzalez-Muñoz M.T (2007) Consolidation of degraded ornamental porous limestone stone by calcium carbonate precipitation induced by the microbiota inhabiting the stone. Chemosphere 68(10), 1929-1936.
- Lowenstan H.A. y Weiner S. (1989) EnviromentaL Influences on Biomineralization. En : On biomineralization. Oxford University Press. New York, 207-226.
- Lowenstan H.A. y Weiner S. (1989) Evolution of Biomineralization. En : On biomineralization. Oxford University Press. New York, 207-226.
- Lowenstan H.A. 1981. Minerals formed by organism. Science 211, 1126-1131.
- Mann S., Sparks N.H.C., Frankel R.B., BazylinskyD.A..yJannash H.W.. (1990) Biomineralization of ferrimagneticgreigite (Fe3S4) and iron pirite (FeS2) in a magnetostatic bacterium. Nature 343, 258-261
- Mann. S. (2001) Principles and Concepts in Bioinorganic Materials Chemistry Oxford University Press,
- Rodríguez-Navarro C., Rodríguez-Gallego M., Ben Chekroun K., Gonzalez-Muñoz M. T. (2003).Conservation of ornamental stone by Myxococcusxanthus-induced carbonate biomineralization. Applied and Environmental Microbiology 69, 2182-2193.
- Rodriguez-Navarro C., Jimenez-Lopez C., Rodriguez-Navarro A., Gonzalez-Muñoz M.T. and Rodriguez-Gallego M. (2007) Complex biomineralizedvaterite structures encapsulating bacterial cells. Geochimica et Cosmochimica Acta, 71, 1197-1213

ENLACES RECOMENDADOS

www.bionanomag.ugr.es

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Clases magistrales
- MD02 Experimentación
- MD03 Colección, estudio y análisis bibliográfico

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

EVALUACIÓN ORDINARIA

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.

Se valorará la **asistencia** a las clases teóricas y prácticas con peso de **30%** de la calificación final.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:37
Código seguro de verificación (CSV): **BFCE0F74B872C89348236241672920 84** Pág. 5 de 6

Realización de un trabajo complementario con exposición del mismo: Se preparará una presentación y discutirá mediante crítica razonada un artículo científico propuesto por el/la profesor(a). Peso: **30 %**. **Evaluación de los resultados obtenidos en el laboratorio a través de la actividad diaria y/o elaboración de una memoria**: Se evaluará la realización de un texto tipo abstract con los resultados experimentales obtenidos en el laboratorio. Peso: **20%**. **Actitud y participación de los estudiantes en clase**: **20%**. De ellos 10% corresponderán a la participación y comprensión de los resultados prácticos obtenidos y el 10% restante a la participación en el debate de los artículos científicos expuestos por los compañeros.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

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 tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

- Realización de un abstract discutiendo resultados experimentales aportados por el profesor (50%).
- Realización de un trabajo complementario con exposición presencial del mismo (50%). Se preparará una presentación y discutirá mediante crítica razonada un artículo científico propuesto por el profesor.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

La evaluación en tal caso consistirá en:

- Realización de un abstract discutiendo resultados experimentales aportados por el profesor (50%).
- Realización de un trabajo complementario con exposición presencial del mismo (50%). Se preparará una presentación y discutirá mediante crítica razonada un artículo científico propuesto por el profesor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): BFCE0F74B872C89348236241672920 84
06/05/2026 - 10:37
Pág. 6 de 6