

Aspectos generales

Título:	Metabolismo intermedio del Dominio Archaea
Programas de posgrado o planes de estudio en donde se ofertará adicionalmente:	
Programa de posgrado en ciencias biológicas, UNAM	
Programa de maestría y Doctorado en ciencias bioquímicas, UNAM	
Área del conocimiento:	Bioquímica, biofísica y biología estructural
Semestre:	2026-2
Modalidad:	Curso fundamental
Horario:	martes 9-11 h
No. sesiones:	16
Horas por sesión:	3.0
Total alumnos PDCB:	5
Total alumnos:	10
Videoconferencia:	No
Lugar donde se imparte:	unidad de posgrado
Informes:	rjassoch@gmail.com; ricardo.jasso@cardiologia.org.mx, telefono 555732911 ext 25502

Métodos de evaluación

MÉTODO	PORCENTAJE	NOTAS
Discusión de conceptos teóricos en clase	10%	
Discusión y exposición de artículos científicos en clase	40%	
exámenes (4)	40%	
participación en los modulos teórico/prácticos	10%	

Contribución de este curso/tópico en la formación del alumnado del PDCB:

Este curso proporciona por primera vez, bases sólidas y detalladas de lo que son las arqueas y de cómo es su metabolismo. Un análisis detallado exclusivamente de cómo responden estos microorganismos procariotes a su entorno extremo incluso para muchas bacterias. Así mismo, se cuenta con un módulo que abordará las tendencias recientes en la investigación genómica de arqueas, sus bases genéticas y las herramientas moleculares y ómicas para el estudio de éstas. Este curso proporciona las herramientas necesarias para los estudiantes que desean especializarse en investigación de frontera en el metabolismo microbioano. La exposición en clase y discusión de artículos relevantes en el estudio de arqueas, proporcionará a los estudiantes la experiencia para someter trabajos experimentales a su análisis crítico.

Profesor (a) responsable

Nombre:	Jasso Chávez Ricardo
Teléfono:	(55) 273762687
Email:	rjassoch@gmail.com

Profesores (as) participantes

PARTICIPANTE	ENTIDAD O ADSCRIPCIÓN	SESIONES

JASSO CHÁVEZ RICARDO Responsable	Facultad de Medicina	Características generales de las arqueas y los principales modelos de estudio Clasificación de las arqueas diferentes vías de glucolisis y gluconeogénesis Fijación de CO ₂ y utilización de N ₂ . Ciclo de Krebs reductivo y nitrogenasa Mecanismos de protección contra estrés oxidante, enzimas antioxidantes y moléculas quelantes de metales pesados. Metabolismo de aminoácidos. Síntesis y degradación Metabolismo de lípidos, síntesis y formación de membranas, el caso estructura de la membrana tipo S Metanogénesis hidrogenotrófica, metilotrófica y aceticlástica. Práctica de laboratorio, determinación de metano en cultivos Participación de arqueas en la biotecnología Participación de arqueas en la medicina. Microbiota gastrointestinal y oral Síntesis de grupos hemo vía de las pentosas fosfato y glucógeno
PEÑA OCAÑA BETSY ANAID Integrante	Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez	Participación de arqueas en la geoquímica y en ambientes poliextremos Ejercicios bioinformáticos: de las bases genéticas de las arqueas a las Herramientas moleculares y ómicas para el estudio de arqueas Genética e identificación genómica de Arqueas. Replicación de DNA y Transcripción

Introducción

El Dominio Archaea está constituido por microorganismos procariontes que habitan regularmente en condiciones extremas para el ser humano, como altas temperaturas, salinidad, acidez y ausencia de oxígeno, entre otras. Estas condiciones ambientales han generado en las arqueas una gran diversidad metabólica muchas veces diferente al metabolismo de eucariontes o bacterias que esta profundamente estudiado. Debido a la complejidad que presenta cultivarlas bajo condiciones de laboratorio, las arqueas han sido relegadas en cuanto su estudio metabólico y genómico. Sin embargo, con las técnicas de secuenciación de nueva generación, se ha logrado la identificación de un gran número de nuevas arqueas a partir de muestras de diversos microorganismos, proporcionando información sobre la abundancia y diversidad de arqueas así como de genes que codifican para proteínas estructurales y enzimas, lo que permite la propuesta de sus vías metabólicas que son de interés científico. El metabolismo intermedio de las arqueas ha cobrado gran relevancia en los últimos años debido a su potencial uso en la biotecnología, la geoquímica y la medicina, por lo que el análisis detallado de su metabolismo cobra cada vez mayor importancia. La propuesta de este curso es estudiar en primer lugar las generalidades de los principales filos de este Dominio: Euryarchaeota y Crenarchaeota y de otros recientemente identificados Korarchaeota, Nanoarchaeota y Asgard. En segundo lugar, el análisis detallado de las vías metabólicas más importantes que difieren de bacterias y eucariontes que proporcionan a las arqueas las particularidades que les permiten adaptarse a su entorno. Finalmente, el estudio de la genética e identificación genómica de arqueas que se abordará en un módulo teórico-práctico. Este curso será de suma utilidad para estudiantes cuyo interés o proyectos tengan directa o indirectamente involucrados a organismos de este tercer Dominio.

Temario

TEMARIO

1. Clasificación de las arqueas
2. Características generales de las arqueas y los principales modelos de estudio
3. Replicación de DNA y Transcripción
4. Fijación de CO₂ y utilización de N₂. Ciclo de Krebs reductivo y nitrogenasa
5. Metabolismo de carbohidratos: glucolisis, gluconeogénesis y glucógeno
6. Metabolismo de aminoácidos. Síntesis y degradación
7. Metabolismo de lípidos, síntesis y formación de membranas, el caso estructural de la capa tipo S
8. Metanogénesis hidrogenotrófica, metilotrófica y aceticlástica. Práctica de laboratorio, determinación de metano en cultivos
9. Síntesis de grupos hemo
10. Mecanismos de protección contra estrés oxidante. Enzimas antioxidantes y moléculas quelantes de metales pesados.
10. Participación de arqueas en la geoquímica y en ambientes extremos
11. Participación de arqueas en la biotecnología
12. Participación de arqueas en la medicina
13. Genética e identificación genómica de Arqueas. Ejercicios bioinformáticos: de las bases genéticas de las arqueas a las Herramientas moleculares y ómicas para el estudio de arqueas

Bibliografía

1. Pan J, Zhang X, Xu W, Liu Y, Liu L, Luo Z, Li M. Wood-Ljungdahl pathway found in novel marine Korarchaeota groups illuminates their evolutionary history. *mSystems*. 2023 Aug 31;8(4):e0030523. doi: 10.1128/msystems.00305-23. Epub 2023 Jul 17. PMID: 37458475; PMCID: PMC10469681.
2. Brick S, Niggemann J, Reckhardt A, Könneke M, Engelen B. Interstitial microbial communities of coastal sediments are dominated by Nanoarchaeota. *Front Microbiol*. 2025 Feb 18;16:1532193. doi: 10.3389/fmicb.2025.1532193. PMID: 40041864; PMCID: PMC11876391.
3. Dopson M, Rezaei Somee M, González-Rosales C, Lui LM, Turner S, Buck M, Nilsson E, Westmeier G, Ashoor K, Nielsen TN, Mehrshad M, Bertilsson S. Novel

- candidate taxa contribute to key metabolic processes in Fennoscandian Shield deep groundwaters. *ISME Commun.* 2024 Sep;23(4):ycae113. doi: 10.1093/ismeco/ycae113. PMID: 39421601; PMCID: PMC11484514.
4. Tzili G, Marín MDC, Matsuzaki Y, Nag P, Itakura S, Mizuno Y, Murakoshi S, Tanaka T, Larom S, Konno M, Abe-Yoshizumi R, Molina-Márquez A, Bárcenas-Pérez D, Cheel J, Koblížek M, León R, Katayama K, Kandori H, Schapiro I, Shihoya W, Nureki O, Inoue K, Rozenberg A, Chazan A, Béjà O. Structural insights into light harvesting by antenna-containing rhodopsins in marine Asgard archaea. *Nat Microbiol.* 2025 Jun;10(6):1484-1500. doi: 10.1038/s41564-025-02016-5. Epub 2025 May 29. PMID: 40442502; PMCID: PMC12137139.
 5. Ishino S, Kelman LM, Kelman Z, Ishino Y. The archaeal DNA replication machinery: past, present and future. *Genes Genet Syst.* 2013;88(6):315-9. doi: 10.1266/ggs.88.315. PMID: 24789967.
 6. Gehring AM, Walker JE, Santangelo TJ. Transcription Regulation in Archaea. *J Bacteriol.* 2016 Jun 27;198(14):1906-1917. doi: 10.1128/JB.00255-16. PMID: 27137495; PMCID: PMC4936096.
 7. Starai VJ, Takahashi H, Boeke JD, Escalante-Semerena JC. A link between transcription and intermediary metabolism: a role for Sir2 in the control of acetyl-coenzyme A synthetase. *Curr Opin Microbiol.* 2004 Apr;7(2):115-9. doi: 10.1016/j.mib.2004.02.005. PMID: 15063846.
 8. Leigh JA. Nitrogen fixation in methanogens: the archaeal perspective. *Curr Issues Mol Biol.* 2000 Oct;2(4):125-31. PMID: 11471757.
 9. Metcalf WW, Zhang JK, Apolinario E, Sowers KR, Wolfe RS. A genetic system for Archaea of the genus Methanosaerina: liposome-mediated transformation and construction of shuttle vectors. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1997 Mar 18;94(6):2626-31. doi: 10.1073/pnas.94.6.2626. PMID: 9122246; PMCID: PMC20139.
 10. Bräsen C, Esser D, Rauch B, Siebers B. Carbohydrate metabolism in Archaea: current insights into unusual enzymes and pathways and their regulation. *Microbiol Mol Biol Rev.* 2014 Mar;78(1):89-175. doi: 10.1128/MMBR.00041-13. PMID: 24600042; PMCID: PMC3957730.
 11. Santiago-Martínez MG, Encalada R, Lira-Silva E, Pineda E, Gallardo-Pérez JC, Reyes-García MA, Saavedra E, Moreno-Sánchez R, Marín-Hernández A, Jasso-Chávez R. The nutritional status of Methanosaerina acetivorans regulates glycogen metabolism and gluconeogenesis and glycolysis fluxes. *FEBS J.* 2016 May;283(10):1979-99. doi: 10.1111/febs.13717. Epub 2016 Apr 19. PMID: 27000496.
 12. Huber H, Küper U, Daxer S, Rachel R. The unusual cell biology of the hyperthermophilic Crenarchaeon *Ignicoccus hospitalis*. *Antonie Van Leeuwenhoek.* 2012 Aug;102(2):203-19. doi: 10.1007/s10482-012-9748-5. Epub 2012 Jun 1. PMID: 22653377.
 13. Seefeldt LC, Yang ZY, Duval S, Dean DR. Nitrogenase reduction of carbon-containing compounds. *Biochim Biophys Acta.* 2013 Aug-Sep;1827(8-9):1102-11. doi: 10.1016/j.bbabi.2013.04.003. Epub 2013 Apr 16. PMID: 23597875; PMCID: PMC3714343.
 14. Nunn CE, Johnsen U, Schönheit P, Fuhrer T, Sauer U, Hough DW, Danson MJ. Metabolism of pentose sugars in the hyperthermophilic archaea *Sulfolobus solfataricus* and *Sulfolobus acidocaldarius*. *J Biol Chem.* 2010 Oct 29;285(44):33701-9. doi: 10.1074/jbc.M110.146332. Epub 2010 Aug 24. PMID: 20736170; PMCID: PMC2962468.
 15. Anderson I, Ulrich LE, Lupa B, Susanti D, Porat I, Hooper SD, Lykidis A, Sieprawska-Lupa M, Dharmarajan L, Goltsman E, Lapidus A, Saunders E, Han C, Land M, Lucas S, Mukhopadhyay B, Whitman WB, Woese C, Bristow J, Kyrpides N. Genomic characterization of methanomicrobiales reveals three classes of methanogens. *PLoS One.* 2009 Jun 4;4(6):e5797. doi: 10.1371/journal.pone.0005797. PMID: 19495416; PMCID: PMC2686161.
 16. Koga Y, Nishihara M, Morii H, Akagawa-Matsushita M. Ether polar lipids of methanogenic bacteria: structures, comparative aspects, and biosyntheses. *Microbiol Rev.* 1993 Mar;57(1):164-82. doi: 10.1128/mr.57.1.164-182.1993. PMID: 8464404; PMCID: PMC372904.
 17. Caforio A, Driessens AJM. Archaeal phospholipids: Structural properties and biosynthesis. *Biochim Biophys Acta Mol Cell Biol Lipids.* 2017 Nov;1862(11):1325-1339. doi: 10.1016/j.bbapli.2016.12.006. Epub 2016 Dec 20. PMID: 28007654.
 18. Pum D, Sleytr UB. Reassembly of S-layer proteins. *Nanotechnology.* 2014 Aug 8;25(31):312001. doi: 10.1088/0957-4484/25/31/312001. Epub 2014 Jul 17. PMID: 25030207.+
 19. Tomita T. Structure, function, and regulation of enzymes involved in amino acid metabolism of bacteria and archaea. *Biosci Biotechnol Biochem.* 2017 Nov;81(11):2050-2061. doi: 10.1080/09168451.2017.1365593. Epub 2017 Aug 25. PMID: 28840778.
 20. Bezsdudnova EY, Boyko KM, Popov VO. Properties of Bacterial and Archaeal Branched-Chain Amino Acid Aminotransferases. *Biochemistry (Mosc).* 2017 Dec;82(13):1572-1591. doi: 10.1134/S0006297917130028. PMID: 29523060.
 21. Sojo V, Herschy B, Whicher A, Camprubí E, Lane N. The Origin of Life in Alkaline Hydrothermal Vents. *Astrobiology.* 2016 Feb;16(2):181-97. doi: 10.1089/ast.2015.1406. Epub 2016 Feb 3. PMID: 26841066.
 22. Borrel G, Adam PS, Grimaldi S. Methanogenesis and the Wood-Ljungdahl Pathway: An Ancient, Versatile, and Fragile Association. *Genome Biol Evol.* 2016 Jun 13;8(6):1706-11. doi: 10.1093/gbe/evw114. PMID: 27189979; PMCID: PMC4943185. Ferry JG. Methanosaerina acetivorans: A Model for Mechanistic Understanding of Aceticlastic and Reverse Methanogenesis. *Front Microbiol.* 2020 Jul 28;11:1806. doi: 10.3389/fmicb.2020.01806. PMID: 32849414; PMCID: PMC7399021.
 23. Grdin CH, Colmsjö A. Oxidation-reduction potentials and absorption spectra of two b-type cytochromes from the halophilic archaeabacterium, *Halobacterium halobium*. *Arch Biochem Biophys.* 1987 Aug 1;256(2):515-22. doi: 10.1016/0003-9861(87)90609-6. PMID: 3619444.
 24. Sousa FL, Nelson-Sathi S, Martin WF. One step beyond a ribosome: The ancient anaerobic core. *Biochim Biophys Acta.* 2016 Aug;1857(8):1027-1038. doi: 10.1016/j.bbabi.2016.04.284. Epub 2016 May 2. PMID: 27150504; PMCID: PMC4906156.
 25. Pfeifer K, Ergal ? , Koller M, Basen M, Schuster B, Rittmann SKR. Archaea Biotechnology. *Biotechnol Adv.* 2021 Mar-Apr;47:107668. doi: 10.1016/j.biotechadv.2020.107668. Epub 2020 Dec 1. PMID: 33271237.
 26. Peña-Ocaña BA, Silva-Flores M, Shotaro T, García-Gálvez L, Hernández-Esquível L, Robledo-Cadena DX, Barrera-Oviedo D, Pérez-Torres I, Tostado-Islas O, Maeda T, Rodríguez-Zavala JS, Marín-Hernández Á, García-Conterras R, Jasso-Chávez R. Transplant of gut microbiota ameliorates metabolic and heart disorders in rats fed with a hypercaloric diet by modulating microbial metabolism and diversity. *Biomed Pharmacother.* 2024 Dec;181:117667. doi: 10.1016/j.bioph.2024.117667. Epub 2024 Nov 15. PMID: 39546851.
 - Libros
Archaea Molecular and cellular biology, Ricardo Cavicchioli, ASM Press

Observaciones

Este curso se basa principalmente en capacidad crítica del estudiante durante los conceptos teóricos y en su participación en la discusión de artículos. Así mismo este curso ofrece un módulo teórico práctico de las herramientas utilizadas (secuenciación de nueva generación) para analizar las especies de arqueas y su metabolismo basado en su análisis genómico.