



PROGRAMA DEL CURSO

Perspectivas y aplicaciones de la biotecnología en microalgas y cianobacterias

FECHA: 6 al 10 de julio 2020

HORARIO: 9 a.m.-12 m.d. y 2 p.m.- 6 p.m

LUGAR: El curso se desarrollará en tres universidades públicas de Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional e Instituto Tecnológico de Costa Rica. Esto debido a que en estas instituciones se cuenta con laboratorios especializados en aspectos específicos de esta área del conocimiento lo cual es una fortaleza para los participantes del curso.

Para el traslado a las diferentes universidades, habrá transporte desde la Universidad de Costa Rica. Hora de salida: 7:30 am, frente al CIMAR y regreso 7 p.m. También existe la posibilidad que cada participante se traslade por su propia cuenta.

Se entregarán certificados de participación a los participantes que asistan a todas las lecciones programadas.

IDIOMAS DEL CURSO: Español e inglés (el participante debe conocer el idioma inglés, pues algunas clases serán en este idioma)

POBLACIÓN META: Estudiantes de Pregrado avanzados o con experiencia en el trabajo con macroalgas, estudiantes de posgrado y profesionales.

CANTIDAD DE PERSONAS: Máximo 15

COSTOS: \$ 250. El valor del curso incluye: fotocopias, café y certificado de participación. No incluye boleto de avión, hospedaje, alimentación y seguro médico.

PROFESORES:

- ✓ **Dra. Ana Margarita Silva**, Escuela de Biología y Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad de Costa Rica, ana.silva@ucr.ac.cr
- ✓ **M.Sc. Nancy Villalobos Sandi**, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, narcy.villalobos.sandi@una.ac.cr
- ✓ **M.Sc Maritza Guerrero Barrantes**, Instituto Tecnológico de Costa Rica, mguerrero@itcr.ac.cr



- ✓ **Lic. Francinie Murillo Vega**, Instituto Tecnológico de Costa Rica, frmurillo@itcr.ac.cr
- ✓ **Dr. Fabián Villalta Romero**, Instituto Tecnológico de Costa Rica, fvillalta@itcr.ac.cr
- ✓ **Dr. Giuseppe Torzillo**, Instituto de Bioeconomía, Florencia, Italia, giuseppe.torzillo@cnr.it
- ✓ **Dr. Félix López Figueroa**, Departamento de Ecología y Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Felix_lopez@uma.es

DESCRIPCION: La biotecnología de microalgas y cianobacterias es un área que se encuentra en auge hoy en día. Se enfoca hacia el uso de estos microorganismos en diversas áreas, tales como la acuicultura, la industria y el ambiente, entre otras. Las microalgas y cianobacterias como organismos fotoautotróficos tienen una función crucial dentro de los ecosistemas, ya que ellos utilizan la energía solar y la convierten en energía biológica, que se utiliza en su mayor parte como alimento para otros organismos. Es aquí donde la biotecnología tiene un papel muy importante, ya que esas cualidades de estos microorganismos pueden tener aplicaciones muy beneficiosas a la sociedad. El curso ofrece las herramientas para adquirir los principios básicos relacionados con el cultivo y crecimiento de microalgas y cianobacterias y sus aplicaciones en diferentes campos de la biotecnología. También se pretende que los participantes pongan en práctica algunas metodologías relacionadas con el crecimiento de estos microorganismos en el laboratorio, extracción de sus componentes y su medición.

OBJETIVOS

1. Proporcionar principios generales sobre biotecnología algal en lagunas y fotobiorreactores en condiciones de campo abierto.
2. Estudiar el uso de metodologías utilizadas para medir la actividad fotosintética, la fluorescencia de la clorofila y el crecimiento de las cianobacterias y microalgas en condiciones de laboratorio y campo abierto.
3. Proporcionar bases teóricas y prácticas para el uso de las cianobacterias y microalgas en diferentes aspectos biotecnológicos como: producción de energía (biohidrógeno y biodiesel), acuicultura, alimento, producción de ácidos grasos, proteínas y pigmentos.
4. Estudiar el uso de metodologías utilizadas para medir el crecimiento, productividad, producción de metabolitos, cosecha y estado fisiológico de las cianobacterias y microalgas en condiciones de laboratorio y campo abierto.



CONTENIDOS

1. Conceptos teóricos relacionados con la medición de la fotosíntesis, pigmentos, evolución de oxígeno, fluorescencia, tasa de crecimiento, productividad y su aplicabilidad biotecnológica.
2. Optimización/limitación del crecimiento de cianobacterias y microalgas.
3. Gestión de biorreactores y optimización del cultivo de microalgas en condiciones externas.
4. Aspectos generales de microalgas y sus metabolitos.
5. Técnicas para la cosecha y procesamiento de biomasas microalgales.
6. Control de calidad en las biomasas microalgales.
7. Formulación de producto alimenticio o cosmético con biomasa microalgales.
8. Aspectos básicos de microscopía electrónica y sus aplicaciones.

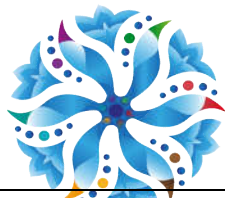
METODOLOGIA Y ACTIVIDADES

Este Curso está diseñado a partir de la integración de dos componentes: clases teóricas y prácticas de laboratorio, en donde se desarrollarán los contenidos planteados y además se profundizará en las aplicaciones de la biotecnología de microalgas y cianobacterias y su potencial. El mismo inicia dando a conocer las nociones generales sobre el cultivo de las microalgas y cianobacterias en el laboratorio, posteriormente se profundizará en aspectos de su fisiología y medición de crecimiento y se desarrollarán algunas aplicaciones que se puedan obtener a partir de las mismas.

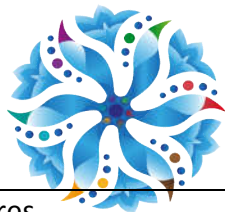
Al finalizar cada una de las actividades prácticas, se realizará una discusión de resultados obtenidos con el fin de que cada participante logre despejar todas sus dudas y adquiera los conocimientos óptimos para implementar estas técnicas en sus trabajos, centros de estudio o emprendimiento.

CRONOGRAMA

Hora	Contenido	Lugar
Lunes 6 de julio		
8:30-9:00 a.m.	Entrega de materiales y bienvenida	CIMAR, Universidad de Costa Rica
9-10 a.m.	Optimización del crecimiento de cultivos de microalgas en condiciones externas.	
10-10:30 a.m.	Fotobiorreactores abiertos y cerrados para cultivo de microalgas. Sistema de cultivos (estanque, cascada, fotobiorreactores).	
10-10:30 a.m.	Refrigerio	



10:30-12:30 p.m.	Optimización/limitación del crecimiento de cianobacterias y microalgas en condiciones de laboratorio y al abierto: luz, dióxido de carbono, nutrientes, agitación. Cuantificación del crecimiento microalgal: peso seco y medición de la absorbancia. Aspectos teóricos sobre el cálculo de la tasa de crecimiento. Aplicaciones prácticas de las mediciones. Importancia de ambos métodos en la determinación del crecimiento.	
12:30-14:00 p.m.	Almuerzo	
14:00-17:30 p.m.	Práctica en el laboratorio: Cuantificación del crecimiento microalgal: peso seco y medición de la clorofila. Aspectos teóricos sobre el cálculo de la tasa de crecimiento. Aplicaciones prácticas de las mediciones. Importancia de ambos métodos en la determinación del crecimiento. Extracción y purificación de ficocianina. Discusión de los resultados. Profesores: Dr. Giuseppe Torzillo Dra. Ana Margarita Silva	
Martes 7 de julio		
9-10 a.m.	Fotosíntesis. Métodos de medida de fotosíntesis: evolución de gases: CO ₂ (IRGA) y O ₂ (electrodos tipo Clark y Optodes). Estimación mediante fluorescencia <i>in vivo</i> de la clorofila asociada al fotosistema II). Rendimientos máximo (Fv/Fm)	Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional
10-10:30 a.m.	Refrigerio	
10:30-12:30 p.m.	Tasa de transporte electrónico (ETR) y amortiguamientos no fotoquímicos (NPQ, Y _{NO} y Y _{NPQ}). Uso de la fluorescencia <i>in vivo</i> en cultivos de laboratorio y en fotobiorreactores cerrados y abiertos.	
12:30-14:00 p.m.	Almuerzo	
14:00-15:00 p.m.	Práctica de medida de fotosíntesis mediante el uso de fluorescencia <i>in vivo</i> de la clorofila a: Fluorímetros PAM. (1) Medidas on line, (2) medidas off line, curvas rápidas de luz y ajuste para obtener parámetros fotosintéticos. Medición de la fotosíntesis y respiración mediante equipo Hansatech	



	Profesores Dr. Félix López Figueroa Dr. Giuseppe Torzillo Dra. Ana Margarita Silva M.Sc. Nancy Villalobos	
Miércoles 8 de julio 2019.		
9-10 a.m.	Introducción a la Ecofisiología, Fotobiología y Biotecnología de algas y cianobacterias : aplicaciones cosmeceúticas	Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional
10-10:30 a.m.	Refrigerio	
10:30-12:30 p.m.	Cosmética natural con algas: fotoprotectores y, capacidad antioxidante e inmunomoduladora de extractos y compuestos bioactivos de algas . Diseño de productos cosméticos	
12:30-14:00 p.m.	Almuerzo	
14:00-15:00 p.m.	Práctica: Extractos de algas Práctica: Fabricación de productos cosméticos . Emprendimiento en cosmeceútica de algas Profesores: Dr. Félix López Figueroa Ingrid Palica M.Sc. Nancy Villalobos	
Jueves 9 de julio		
9-10 a.m.	Teórico -práctico Control de calidad de los cultivos microalgales: aspectos microbiológicos y químicos.	Centro de Investigación en Biotecnología, Instituto Tecnológico de Costa Rica
10-10:30 a.m.	Refrigerio	
10:30-12:30 p.m.	Ensayos de inocuidad de cultivos microalgales y de biomasa (Recuento microbiológico por medio de placas Petri film y su visualización 24 horas después).	
12:30-14:00 p.m.	Almuerzo	



14:00-15:00 p.m.	Teórico -práctico Métodos de cosecha: floculación, cambios de pH, filtración y Centrifugación de microalgas, Técnicas de secado: Parámetros de proceso, temperatura, tiempo, calidad nutricional de la biomasa microalgal. Práctica de secado: Spray dryer y deshidratador. Profesores MSc. Maritza Guerrero Lic. Francinie Murillo Vega Dr. Fabián Villalta Romero	
Viernes 10 de julio		
9-12 m.d.	Obtención de metabolitos: Extracción de lípidos microalgales con CO ₂ supercrítico Técnica de ruptura celular y su importancia: montaje de biomasa microalgal en ultrasonido, microondas y ensayos con enzimas. Determinación de viabilidad celular mediante Citometría de Flujo. Profesores MSc. Maritza Guerrero Lic. Francinie Murillo Vega Dr. Fabián Villalta Romero	Centro de Investigación en Biotecnología, Instituto Tecnológico de Costa Rica
2p-m	Conclusión del curso. Entrega de certificados	

BIBLIOGRAFIA

Álvarez-Gómez, F., Korbee, N., Casas-Arrojo, V., Abdala-Díaz, R.T., Figueroa F.L. (2019) UV Photoprotection, cytotoxicity and immunological capacity of red alga extracts. *Molecules* 24, 341; doi:10.3390/molecules24020341

Aphalo, P. (ed) (2013) *Beyond the visible A handbook of best practice in plant UV photobiology*. Edited by COST Action FA0906 UV4growth. Helsinki: University of Helsinki, Division of Plant Biology. ISBN 978-952-10-8362-4 (Paperback), 978-952-10-8363-1 (PDF). 176 pp.

Arredondo, B y Voltolina D. (2017). *Métodos y herramientas analíticas en la evaluación de la biomasa microalgal*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México.**

Baker, N.R. (2008). Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo., *Annu. Rev. Plant Biol.* 59 (2008) 89–113. doi:10.1146/annurev.arplant.59.032607.092759.



Borowitzka, M; Beardall, J & Raven, J. (2016). *The Physiology of Microalgae*. Springer. Switzerland.**

Cobos, M; Castro, J y Vargas, G. (2016). Protocolos para el aislamiento, caracterización bioquímica y molecular de microalgas oleaginosas. *Artegrafía Imprenta de Iris Medalith García García*. Perú.

de la Coba, F., Aguilera, J., Korbee, N., de Gálvez M.V., Herrera, E., Álvarez-Gómez, F., Figueroa, F.L. (2019). UVA and UVB photoprotection capability of topical formulation containing Mycosporine-like aminoacids (MAAs) through different Biological effective protection factors (BEPFs). *Marine Drugs* 17, 55; doi:10.3390/md17010055

Eilers, P.H.C., Peeters, J.C.H. (1988). A model for the relationship between light intensity and the rate of photosynthesis in phytoplankton, *Ecol. Modell.* 42:199–215. doi:10.1016/0304-3800(88)90057-9.

Faizal, B & Yusuf, C. (2016). *Algae Biotechnology. Products and Processes*. Springer. Switzerland.

Faraloni, C & Torzillo, G. (2016). Synthesis of Antioxidant Carotenoids in Microalgae in Response to Physiological Stress. <http://dx.doi.org/10.5772/67843>.**

Flameling, I.A Kromkamp, J. (1998) Light dependence of quantum yields for PSII charge separation and oxygen evolution in eucaryotic algae, *Limnol. Oceanogr.* 4) 284–297. doi:10.4319/lo.1998.43

Glibert, P; Berdalet, E; Burford, M; Pitcher, G & Zhou, M. (2018). *Global Wcology and Oceanography of harmful algal blooms*. Springer. USA.

Gouveia L. 2011. *Microalgae as a Feedstock for Biofuels*. Springer. New York.

Jerez, CG, Malapascua, JR, Sergejevová, M, Masojídek, J, Figueroa FL (2016). *Chlorella fusca* (Chlorophyta) grown in thin-layer cascades: estimation of biomass productivity by in-vivo chlorophyll a fluorescence monitoring. *Algal Research* 17:21-30.

Johnsen, G. Sakshaug, E. (2007) Biooptical characteristics of PSII and PSI in 33 species (13 pigment groups) of marine phytoplankton, and the relevance for pulseamplitude-modulated and fast-repetition-rate fluorometry, *J. Phycol.* 43:1236–1251. doi:10.1111/j.1529-8817.2007.00422.x.

Juneau, P. Green, B.R. Harrison, P.J. (2005). Simulation of Pulse-Amplitude-Modulated (PAM) fluorescence: Limitations of some PAM-parameters in studying environmental stress effects, *Photosynthetica*. 43 (2005) 75–83. doi:10.1007/s11099-005-5083-7.

Kim, S. (2012). *Marine Cosmeceuticals*. CRC Press. New York.

Kim, S & Chojnacka, K. (2015). *Marine Algae Extracts. Volumen 1 and 2*. Wiley-VCH. Germany.

J.C. Kromkamp, J.C. Forster, R.M. (2003) The use of variable fluorescence measurements in aquatic ecosystems: differences between multiple and single turnover measuring protocols and



suggested terminology, *Eur. J. Phycol.* 103–112. doi:10.1080/0967026031000094094.

La Barre, S & Kornprobst, J. (2014). *Outstanding marine molecules: Chemistry, Biology, Analysis*. Wiley Blackwell. Germany. ePDF ISBN: 978-3-527-68152-5.**

Maxwell, K. G.N. Johnson, G.N (2000). Chlorophyll fluorescence - a practical guide, *J. Exp. Bot.* 51 (2000) 659–668. doi:DOI 10.1093/jexbot/51.345.659.

Masojídek, J. Kopecký, J. Giannelli, L. Torzillo, G. (2011). Productivity correlated to photobiochemical performance of *Chlorella* mass cultures grown outdoors in thin-layer cascades, *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 38) 307–317. doi:10.1007/s10295-010-0774-x

Peralta, E., Jerez, C.G, Figueroa, F.L. (2019). Centrate grown *Chlorella fusca* (Chlorophyta): potential for biomass production and centrate bioremediation. *Algal Res.* 39:101458

Posten, C & Feng, S. (2016). *Microalgae Biotechnology*. Springer. USA.

Prokop, A; Bajpai, R & Zappi, M. (2015). *Algal Biorefineries. Volumen 2: products and refinery design*. Springer. USA.

Rastogi, P.R. (ed) (2018) *Sunscreens: source, formulation, efficacy and recommendations* Edited by R.P. Rastogi, 99-129 pp. *Biochemistry Research Trends : Nova Science Publishers Inc.* ISBN 978-1-53613-294-6.

Richmond, A & Hu, Q. (2014). *Handbook of Microalgal Culture*. Willey Blackwell. USA.

Rosales-Mendoza, S. (2016). *Algae-Based Biopharmaceuticals*. Springer. Switzerland.

Sharma, N; Rai, A & Stal, L. (2014). *Cyanobacteria : an economic perspective*. Wiley Blackwell. UK.**

Stengel, D & Connan, S. (2015). *Natural Products from Marine Algae*. Human Press. New York. ISBN 978-1-4939-2684-8 (eBook)

Sugget D.J., Prasil, O. , Borowitzka , M.A. (2011). Chlorophyll fluorescence in aquatic Sciences: methods and applications . *Development in applied Phycology* 4. DOI 10-0007/978-90-481-9268-7_1 . Springer-Verlag

Zinicovscaia, I & Cepoi, L. (2016). *Cyanobacteria for bioremediation of wastewaters*. Springer International Publishing Switzerland.**