

Programa Biotecnología Microbiana Ambiental 2020. Modalidad a distancia

I. Introducción

UNIDAD 1. Biotecnología Ambiental

Introducción a la biotecnología ambiental: conceptos generales, objetivos, bases científicas y tecnológicas. Criterios para la aplicación exitosa en la eliminación de contaminantes y recuperación de recursos. Barreras fisiológicas y regulatorias para la biorremediación. El problema de la escala. Aportes de la teoría para la innovación.

UNIDAD 2. Metabolismo y ciclos biogeoquímicos

Diversidad metabólica en microorganismos. Rutas para la obtención de energía. Respiración aerobia. Fermentación. Metabolitos claves en bioenergética bacteriana. Requerimientos nutricionales. Producción de energía. Dadores y aceptores de electrones. Crecimiento bacteriano. Ciclos Biogeoquímicos de los elementos en la naturaleza: carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, hierro.

UNIDAD 3. Ecología microbiana

Comunidades microbianas en biotecnología ambiental. Estimación de la diversidad bacteriana. Relación entre diversidad y función. Afinidad por sustrato y velocidad de reacción. Respuesta de las comunidades a los cambios en la disponibilidad de nutrientes. Enriquecimiento selectivo como mecanismo de adaptación en biotecnología ambiental. Ensamblado de comunidades microbianas.

II. Tratamiento de efluentes

UNIDAD 4: El problema de la contaminación

Demanda de oxígeno. Autodepuración de cuerpos de agua. Biotecnología para la reducción de la demanda de oxígeno.

UNIDAD 5: Lagunas de estabilización

Biología de lagunas facultativas. Variaciones de oxígeno y pH. Efecto de la temperatura. Diversidad de algas en lagunas facultativas. Ciclo de azufre en lagunas facultativas. Factores hidráulicos. Estudios con trazadores. Lagunas de maduración. Mecanismos de eliminación de patógenos. Lagunas aireadas.

UNIDAD 6: Humedales artificiales

Flujo superficial y sub-superficial. Flujo vertical. Procesos biológicos y fisico-químicos en humedales. Desarrollos actuales y consideraciones futuras.

UNIDAD 7: Barros activados

Procesos con retención de biomasa. Historia de los barros activados. Proceso convencional. Reactor secuencial en *batch* (SBR). Reactor biológico con membrana (MBR). Estructura y composición del floc microbiano. Composición y dinámica de la comunidad microbiana en barros activados. Ensamblado de comunidades en barros activados. Relación entre metabolismo bacteriano y propiedades del floc. Bacterias filamentosas. Teorías para explicar el exceso de crecimiento de bacterias filamentosas. Sucesión de meso fauna en barros activados.

UNIDAD 8: Procesos en *biofilms*

Lechos percoladores. Factores que afectan el tratamiento en biofilm. Materiales de relleno. Reactores biológicos rotativos de contacto (RBC). Sistemas híbridos: reactores de lecho de biofilm móvil (MBBR).

UNIDAD 9: Eliminación biológica de nitrógeno

Por qué es necesario eliminar nitrógeno de los efluentes. Bacterias oxidantes de amonio. Bacterias oxidantes de nitrito. Diversidad en biorreactores nitrificantes. Factores que afectan la nitrificación.

División de la labor metabólica en nitrificación. Nitrificación completa por *Nitrospira*. Genómica de *Nitrospira*. Desnitrificación. Proceso Ludzack-Ettinger modificado. Oxidación anaeróbica de amonio. Proceso anammox: desarrollo y escalado. Genómica de bacterias anammox.

UNIDAD 10: Eliminación biológica de fósforo.

Por qué es necesario eliminar fósforo de los efluentes. Proceso EBPR. Bacterias acumuladores de fosfato (PAO): Genómica y proteómica de *Accumulibacter phosphatis*. Competencia por bacterias acumuladoras de glucógeno (GAO).

UNIDAD 11: Procesos anaeróbicos

Microbiología de la formación de biogás. Hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis, metanogénesis. Sintropismo entre bacterias fermentativas y arqueas metanogénicas. Bacterias reductoras de sulfato. Proceso UASB. Balance de DQO. Reactores de lecho granular expandido (EGSB). Barro granular. Mecanismos de granulación. Influencia de la diversidad sobre la estabilidad y el rendimiento del proceso. Tratamiento anaeróbico de efluentes municipales: ventajas y limitaciones.

UNIDAD 12: Fagos en procesos de biotecnología ambiental

Bacteriófagos en comunidades naturales microbianas. Impacto de los fagos sobre las poblaciones y comunidades microbianas. Técnicas de análisis de fagos. Biogeografía de fagos. Ciclos de vida de los fagos. Lisis viral y ciclos biogeoquímicos. El concepto de bucle microbiano. Hipótesis "kill the winner". Relevancia de distintos mecanismos de resistencia en relación a la densidad y diversidad en el ambiente. Participación de fagos en el control de la abundancia, actividad y composición de bacterias en ecosistemas microbianos que prestan servicios ambientales. Evidencias experimentales en barros activados en apoyo de los modelos para describir interacción fago-hospedero. Uso de fagos líticos en bio-control de bacterias filamentosas y para limpieza de membranas en procesos MBR.

UNIDAD 13: Nuevas tendencias en el tratamiento de efluentes

Problemas de sustentabilidad en el tratamiento de efluentes. La importancia del contexto en la toma de decisiones. Métodos para capturar la energía química y recuperar nutrientes contenida en los efluentes. Sistemas de tratamiento auto-suficientes en energía. Barro granular aeróbico. Sistemas bio-electroquímicos. Comparación con procesos anaeróbicos. El agua como recurso. Re-uso directo de agua tratada.

III. Residuos sólidos

UNIDAD 14: Tratamiento de residuos sólidos urbanos

Características de residuos sólidos urbanos (RSU). Gestión Integral de RSU. Gestión de la fracción orgánica (FORSU). Rellenos sanitarios. Tratamiento mecánico-biológico (TMB). Recuperación de biogás y producción de electricidad en rellenos sanitarios.

UNIDAD 15: Biocoberturas

Balance de masa de metano en rellenos sanitarios. Medición con trazadores. Biocoberturas de rellenos sanitarios. El papel de los metanotrofos en la mitigación de emisiones de metano de los rellenos sanitarios.

UNIDAD 16: Compostaje de residuos orgánicos

Fases del proceso. Influencia de la aireación, la humedad, el tamaño de partícula y la relación carbono: nitrógeno sobre la actividad microbiana. Tecnologías de compostaje. Calidad y uso del compost. Aplicación para biosólidos.

UNIDAD 17: Digestión anaeróbica de residuos orgánicos

Producción de biogás a partir de sustratos orgánicos. Diseño y optimización del proceso de digestión. Digestión en batch: potencial de metano bioquímico (BMP). Producción continua de biogás a escala de laboratorio. Esquema general de una planta de digestión anaeróbica. Pretratamiento de residuos orgánicos. sanitización. Tratamiento del biogás según el uso. Métodos de desulfurización biológica. Factores físicos, químicos y biológicos que afectan la digestión anaeróbica. Co-digestión. Digestión termofílica. Calidad y uso del digestato.

UNIDAD 18: Producción microbiana de bioplásticos

Bioplásticos: los polihidroxialcanoatos (PHA). Biosíntesis de PHA. Tipos de tipos de PHA sintetas o polimerasas. Proceso de producción de PHA por cultivos puros. Uso de cultivos mixtos: ciclos aeróbicos anaeróbicos (EBPR). Exceso y limitación de C. Producción sostenible de PHA.

IV. Biorremediación

UNIDAD 19: Biorremediación de suelos contaminados

Niveles de complejidad bióticos y abióticos asociados a la biorremediación. Factores que afectan el transporte de agua y nutrientes en la subsuperficie. Procesos que afectan la disponibilidad de contaminantes en suelos. Aceptores de electrones. Biorremediación ex-situ: land-farming, biopilas, biorreactores. Lechos biológicos (biobeds) para degradación de pesticidas.

UNIDAD 20: Biorremediación de mares y costas contaminadas

Análisis en microcosmos. Escalado. Bioestimulación de sedimentos costeros: el caso del Exxon Valdez. Contaminación de profundidades marinas. Uso de dispersantes: el caso del Golfo de México. Aplicación de análisis metagenómicos y metaproteómicos al monitoreo de comunidades microbianas autóctonas. Microarreglos de genes funcionales.

UNIDAD 22: Fitorremediación, Rizorremediación

Principios de la fitorremediación. Fitorremediación asistida por microorganismos. Biocontrol. Biofertilización. Fitoestimulación. El papel de la colonización bacteriana de la rizosfera. El papel de los microorganismos en fitorremediación. Comparación de la fitorremediación con otras estrategias de remediación. Aplicaciones en la remediación de suelos contaminados con metales e hidrocarburos.

Trabajos Prácticos - Problemas

Cada TP consiste en una primera clase donde se realiza una introducción teórica y una explicación detallada de la parte experimental, utilizando videos. Luego, en una segunda clase se resuelven los problemas que los estudiantes deberán resolver en sus casas y se discute un informe de TP de años anteriores.

Cada TP incluye una autoevaluación en la modalidad V/F.

1. Composición y cuantificación de la diversidad en ecosistemas

Que el alumno evalúe la diversidad genética de las poblaciones de microorganismos potencialmente degradadores de fenol en suelos. Que el alumno compruebe el sesgo en el análisis de la diversidad introducido por medio de utilización de técnicas clásicas de aislamiento en el laboratorio

2. Microscopía de barros activados

Que el alumno aprenda a evaluar la calidad microbiológica de barros activados mediante técnicas de microscopía

3. Celdas microbianas de combustible

Que el alumno afiance conceptos sobre la producción de energía eléctrica renovable mediante el uso de microorganismos. Que le alumno arme una celda de combustible microbiana de dos compartimentos (MFC) y una celda de combustible microbiana del tipo sedimentaria (SMFC). Que el alumno compare ambas celdas respecto a producción de energía y aplicaciones biotecnológicas

4. Ensayo para determinación de la producción potencial de biometano (BMP)

Que el alumno compare la capacidad de producción de metano de tres sustratos orgánicos

Evaluación

- Se tomarán 2 (dos) exámenes, en forma virtual: un examen correspondiente a las clases teóricas y un examen correspondiente a los TPs
- Los parciales se aprueban con un mínimo de 6 (seis).
- Cada examen tiene 1 (un) recuperatorio virtual.
- Para promocionar se deben aprobar ambos exámenes y lograr un promedio general de 8 (ocho).

Exámenes finales: virtuales y/o presenciales. Si no promocionan y los estudiantes quieren rendir el final inmediatamente al terminar el curso 2020 se puede evaluar con modalidad virtual. Si los estudiantes podrán rendir final presencial si la FCEN autoriza la las actividades presenciales en la Facultad.