



CURSOS DE POSGRADO EN BIOTECNOLOGÍA 2025 – CABBIO

1 OBJETIVOS Y FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Nuestro país y la región tienen el gran desafío de aumentar la producción y el desarrollo social y económico sin afectar el medio ambiente. Las actividades agropecuarias y agroindustriales generan efluentes y residuos con alta concentración en materia orgánica, nitrógeno y fósforo los cuales deben ser tratados utilizando diversas tecnologías para minimizar efectos negativos sobre el ambiente y cumplir con la normativa vigente. Los sistemas de tratamiento convencionales que se utilizan en la actualidad tienen el objetivo de reducir la concentración de sólidos, materia orgánica, N y P, patógenos entre otros, combinando procesos físicos, químicos y biológicos (biotecnologías ambientales).

El tratamiento de efluentes y residuos generalmente implica un gran gasto energético y logístico que se traduce en un costo elevado. Sin embargo, en las nuevas visiones de Economía circular se propone transformar los sistemas productivos hacia sistemas con cero generación de efluentes y residuos. Esto se logra obteniendo subproductos de valor agregado a partir de ellos mediante el uso de diversas tecnologías incluyendo biotecnologías ambientales. Este curso propone brindar una formación tanto en las tecnologías convencionales de tratamiento de efluentes y residuos como las más innovadoras que permiten obtener productos de valor a partir de los mismos.

Estas tecnologías combinan varias disciplinas como la química, la ingeniería y la microbiología. Los profesionales e investigadores en general se forman en disciplinas específicas y es importante contar con instancias de formación integrales que permitan la comprensión de los sistemas como un todo. También es importante contar con formaciones que apuntan a resolver problemas ambientales de la región. Por lo tanto proponemos brindar un curso para formar investigadores y profesionales capaces de innovar en el desarrollo de soluciones técnicas de Biotecnología ambiental aplicadas a los problemas locales.

El objetivo del curso es formar a investigadores y profesionales en las diversas tecnologías de tratamiento de efluentes y residuos que existen y en nuevas tecnologías emergentes que los transforman en diversos productos. Se incluyen en el programa una diversidad amplia de sistemas incluyendo sistemas convencionales y sistemas más innovadores. Dentro de los convencionales se incluyen sistemas de lodos activados, de remoción de nitrógeno y anaerobios metanogénicos de gran y pequeña escala, haciendo hincapié en la importancia de conocer los procesos microbiológicos y las técnicas de monitoreo para mejorar su eficiencia. Dentro de los sistemas más innovadores para la región se abordarán procesos anammox, remoción biológica de fósforo y su recuperación, producción de hidrógeno y compuestos químicos a partir de efluentes, concepto de biorefinería incluyendo microalgas, entre otros. Además, se incluirá el uso de la epidemiología de aguas residuales para el estudio de epidemias y el uso de bacteriófagos como biocontrol.

El curso integrará conceptos de ingeniería y microbiología y se brindarán las herramientas microbiológicas que permitan entender cómo funcionan los diferentes sistemas. Se explicarán las bases de las diferentes técnicas de Ecología microbiana que se pueden aplicar para el monitoreo de estos sistemas biológicos. El curso tendrá un fuerte componente práctico donde los estudiantes tendrán la oportunidad de realizar en el laboratorio las diferentes técnicas de monitoreo y análisis bioinformático de los datos. Además, se realizarán dos visitas técnicas a industrias, una con un sistema aerobio y otra con un sistema anaerobio metanogénico.

Los grupos de investigación nacionales que participan de la organización pertenecen a tres instituciones (IIBCE, UDELAR y UTEC) y tienen amplia experiencia en el tema. Dado que uno de los grupos está



ubicado en el interior del país (Durazno) se realizará una de las visitas técnicas a una agroindustria ubicada en Durazno. Se aprovechará el viaje a Durazno para dictar clases en el ITRCS de Durazno lo cual permite descentralizar la formación llegando al interior del país. Se contará además con la participación de un investigador de Argentina, una investigadora de Brasil y una de Colombia, con gran trayectoria en microbiología de sistemas de lodos activados utilizando técnicas de metagenómica, proceso anammox y en la epidemiología de aguas residuales y biodigestores de pequeña escala, respectivamente. Al final del curso se propondrá una serie de problemas a los estudiantes para que elaboren un proyecto de cómo lo abordaría con las herramientas adquiridas en el curso.

El curso de posgrado complementa las formaciones de grado existentes en el país y en la región. Se busca formar posgrados en Biotecnología (Facultad de Ciencias), en Ingeniería Ambiental (Fac. de Ingeniería) y en Química (Facultad de Química) en un tema crucial para el desarrollo sustentable del país. El curso también estará disponible para otros posgrados de PEDECIBA y posgrados brindados por otras Universidades. El enfoque de este curso no está contemplado en los cursos que se dictan regularmente en carreras de grado por la profundidad en los procesos microbiológicos, el uso de nuevas técnicas de monitoreo, la inclusión de sistemas novedosos relacionados a las biorefinerías y la epidemiología de aguas residuales. Los cursos que se dictan en la carrera de Ingeniería Ambiental abordan los sistemas desde el punto de vista ingenieril y no enfocados en los procesos microbiológicos. Estos sistemas son biológicos y su funcionamiento depende exclusivamente de los microorganismos que contienen. En UTEC se dicta la Ingeniería en Agua y Desarrollo Sostenible donde se dicta el curso de Biotecnología Ambiental, que abarca en parte algunos aspectos de la microbiología de sistemas de tratamiento de efluentes. Sin embargo, no abordan en profundidad los temas en los que se centrará el curso propuesto. De acuerdo a nuestra experiencia existe una gran demanda de formación en esta temática dado que no hay cursos específicos sobre estos temas en los posgrados nacionales.

Por otro lado, el curso apunta a incorporar las nuevas herramientas de biología molecular, metagenómica y bioinformática en el monitoreo de estos sistemas. Estas técnicas probablemente sean técnicas de monitoreo comunes en un futuro no muy lejano. Por lo tanto, el curso se enfoca en formar a los/las estudiantes para que sean capaces de aplicar estas herramientas a la solución de problemas concretos.

2 MODALIDAD, FECHA DE INICIO, FINALIZACIÓN Y CARGA HORARIA

INICIO	05	-	05	-	2025			DURACIÓN TOTAL:	80	Horas
--------	----	---	----	---	------	--	--	-----------------	----	-------

FINAL	16	-	05	-	2025			DURACIÓN TOTAL:	12	Días
-------	----	---	----	---	------	--	--	-----------------	----	------

CARGA HORARIA TEÓRICA y VISITAS TÉCNICAS:	38	Horas	LABORATORIO:	42	Horas
---	----	-------	--------------	----	-------

MODALIDAD:

VIRTUAL		PRESENCIAL LARGO	X	HÍBRIDO	
---------	--	---------------------	---	---------	--

3 REQUISITOS BÁSICOS PARA PARTICIPAR EN EL CURSO

Público objetivo. Indicar el nivel académico para participar en el curso y la preferencia de actuación profesional del candidato.



Estudiantes de grado avanzados o estudiantes de posgrado en carreras relacionadas con la Biotecnología Ambiental (Bioquímica, Biología, Biotecnología, Ingeniería Química, Química ambiental, etc.). Deberán tener conocimiento básico de Microbiología y Bioquímica.

3.1 Institución(es) donde se realizará el curso.

(Indicar nombre(s), dirección(es), teléfono(s) de donde efectivamente se dictarán clases).

En caso de realizarse en más de una institución, deberán firmar los responsables de todas ellas en el punto 12 de este formulario.

El curso se realizará en el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable.

Dirección: Avenida Italia 3318, Montevideo, Uruguay

Teléfono: 24871616

4 PROGRAMA

Detallar contenido de cada tema tratado en la parte teórica y práctica.

A continuación se detalla el programa del curso teórico.

Al comienzo del curso se presentará el mismo, a los docentes y la planificación para las dos semanas.

El primer día se abordarán temas generales de microbiología e ingeniería. La Dra. Etchebere presentará conceptos microbiológicos básicos relacionados al metabolismo, ciclos biogeoquímicos y ecología microbiana relacionado a la Biotecnología ambiental. La docente Julieta López introducirá conceptos básicos relacionados a la generación y vertido de efluentes y la normativa vigente. Luego ahondará en la ingeniería de sistemas lagunares y lodos activados.

En las siguientes clases se hará hincapié en los métodos moleculares para el estudio de comunidades microbianas con foco en sistemas de tratamiento de efluentes. Los métodos incluidos son Muestreo, Extracción de ADN y ARN, Secuenciación masiva del gen del ARNr de 16S, real time PCR.

Metagenómica, Metatranscriptómica, Métodos de microscopía, FISH, FISH-MAR, RAMAN-FISH.

A partir de este momento se comenzarán a estudiar diversos sistemas de tratamiento de efluentes convencionales. El profesor Erijman abordará la microbiología de los lodos activados y su monitoreo.

Además, introducirá un tema muy novedoso que es el uso de bacteriófagos como controladores biológicos.

Al día siguiente realizará un taller de discusión sobre la temática. Ese día las investigadoras Castelló y Cabezas introducirán la remoción de nitrógeno y su monitoreo con foco en nitrificación y desnitrificación. La profesora Calabria dictará una clase sobre sistemas no convencionales para la remoción de nitrógeno como Anammox. Se mencionará también la importancia de recuperación de nitrógeno de efluentes en el marco de biorefinerías. Luego, las docentes Castelló y Martínez comenzarán con la remoción biológica de fósforo donde también se hará hincapié en su recuperación y la disminución de agentes químicos para su eliminación de efluentes.

Luego dará comienzo el módulo de digestión anaerobia donde se presentarán reactores anaerobios de diferentes escalas (Zinola y Castro) su microbiología y monitoreo (Callejas). La docente Castro realizará además un taller de discusión sobre la temática. Hasta aquí se cubrirán los sistemas de tratamiento más convencionales aunque siempre haciendo hincapié en las tecnologías más novedosas como Anammox, EBPR y recuperación de N y P así como la interacción entre la microbiología y la ingeniería de los sistemas.

En la siguiente parte del curso se cubrirán temas relacionados a biorefinerías, tanto microbianas (Cardeña) como basadas en microalgas (Ramírez). Se verán procesos novedosos como la producción de hidrógeno, compuestos químicos, captura de CO₂, etc utilizando diferentes bioprocesos. Luego habrá una clase de epidemiología basada en aguas residuales, un tema que se tornó muy relevante durante y luego de la pandemia de COVID-19 y en el cual trabajaron Juliana Calabria y Claudia Etchebere. Contaremos además con un taller de discusión sobre esta temática dictado por Juliana Calabria. En otra instancia, el virólogo Mirazo nos introducirá en el fascinante mundo de los virus presentes en sistemas de tratamiento de efluentes y cómo es posible realizar la detección de virus patógenos utilizando aguas residuales. La última instancia teórica será el examen que realizarán todos los alumnos en forma personal.

A continuación se detallarán las actividades prácticas que se realizarán en el marco del curso.



La actividad práctica se basa en el estudio de dos muestras, una de un sistemas de lodos activados (tratamiento aerobio) y otra de un sistemas anaerobio metanogénico. El primer día se introducirá el práctico y los/las estudiantes se dividirán en las dos temáticas (aerobio/anaerobio) y en subgrupos de 4 alumnos. Los/las docentes de práctico explicarán los objetivos de las actividades, los problemas a resolver y métodos que se utilizarán. A cada grupo práctico se le otorgará un problema a resolver. En ambos casos, lo primero es la realización de una actividad metabólica relacionada a cada sistema. En el grupo con la temática aerobio, realizarán una respirometría para determinar la actividad heterótrofa y nitrificante. Además, utilizarán un microscopio óptico para evaluar la calidad del lodo. Determinarán en cono imhoff las propiedades de sedimentabilidad del lodo y observarán los protozoarios, estructura de flóculos y bacterias filamentosas, entre otros para calcular el índice del lodo. Los/las estudiantes del grupo anaerobio realizarán el ensayo de Actividad Metanogénica Específica en el equipo AMPTSII, equipo que permite cuantificar el metano generado de forma automática. Este ensayo demora varios días por lo que irán siguiendo el ensayo durante varios días.

Con respecto a las técnicas de biología molecular, todos los grupos realizarán una extracción de ADN de las muestras utilizadas para realizar las actividades metabólicas. Verificarán la calidad del ADN mediante electroforesis y determinación de la absorbancia en un microespectrofotómetro.

Las siguientes clases se les otorgarán datos de secuenciación masiva reales de las muestras utilizadas para realizar las actividades metabólicas y aprenderán a analizar dichos datos utilizando QIIME2 y R.

Al finalizar los prácticos contarán con las actividades metabólicas y las comunidades microbianas de cada muestra. El grupo Aerobio contará también con el análisis de la calidad del lodo. Al final del práctico los grupos de trabajo realizarán una exposición de los resultados obtenidos y una discusión sobre el problema planteado. Además se solicitará a los/las estudiantes de posgrado que presenten brevemente el tema de trabajo en sus tesis y cómo el curso les ayudará a realizar sus tesis.

Visitas a plantas industriales

Nuestro país cuenta con varias plantas de tratamiento de aguas residuales industriales. Se elegirán dos plantas, una con tratamiento aerobio y otra con tratamiento anaerobio. Es importante para la formación de los/las estudiantes que puedan conocer cómo funcionan las plantas, las dimensiones que tienen y cómo son controladas para lograr una operación eficiente. Una de las plantas a visitar se encontrará en el departamento de Durazno. Esto permitirá realizar algunas actividades en el ITRCS de UTEC, Durazno y así descentralizar el curso y dar conocimiento de las instalaciones de UTEC. En particular se visitará una planta piloto de biometano que está operando en el ITRCS de UTEC.

5

CRONOGRAMA

Día	Fecha	Horario	Tema de la clase	Profesor	Teórico / Práctico
1	5/5/2025	9-10:30hs	Introducción al curso, Conceptos de biotecnología ambiental. Conceptos de Ecología Microbiana, Ciclos Biogeoquímicos.	Claudia Etchebehere	Teórico
1	5/5/2025	11-12:30hs	Composición de efluentes, normativas de vertidos, monitoreo. Sistemas aerobios de tratamiento de aguas residuales y sistemas de lagunajes.	Julieta López	Teóricos



1	5/5/2025	13:30-18:30hs	Presentación del problema. División de grupos. División de temas: Sistemas anaerobios y Sistemas aerobios	Guillermo Zinola/Andrea Martínez	Práctico
2	6/5/2025	9-10:30hs	Métodos de estudio de comunidades microbianas. Muestreo, Extracción de ADN y ARN, Secuenciación masiva del gen del ARNr de 16S, real time PCR.	Angela Cabezas/Patricia Bovio	Teórico
2	6/5/2025	11-12:30hs	Metagenómica, Metatranscriptómica, Métodos de microscopía, FISH, FISH-MAR, RAMAN-FISH	Claudia Etchebehere/Patricia Bovio/Andrea Martínez	Teórico
2	6/5/2025	13:30-18:30hs	Tema 1-Sistemas anaerobios: Determinación de la Actividad metanogénica Específica. Uso del AMPTSII. SSV (mitad del grupo)	Guillermo Zinola	Práctico
2	6/5/2025	13:30-18:30hs	Tema 2- Lodos activados: Respirometría y calidad del lodo. Observación al microscopio óptico y determinación de actividad heterótrofa y nitrificante por respirometría (mitad del grupo)	Patricia Bovio/Andrea Martínez	Práctico
3	7/5/2025	9-10:30hs	Microbiología de lodos activados y monitoreo	Leonardo Erijman	Teórico
3	7/5/2025	11-12:30hs	Aplicación del uso de bacteriófagos	Leonardo Erijman	Teórico
3	7/5/2025	13:30-18:30hs	Extracción de ADN, electroforesis y cuantificación por nanodrop	Patricia Bovio/Andrea Martínez	Práctico
4	8/5/2025	9-10hs	Sistemas de eliminación de Nitrógeno	Elena Castelló	Teórico
4	8/5/2025	10-11hs	Microbiología de sistemas de eliminación de Nitrógeno	Ángela Cabezas	Teórico
4	8/5/2025	11:30-13hs	Taller discusión Lodos Activados	Leonardo Erijman	Teórico
4	8/5/2025	14-19hs	Bioinformática. Análisis de datos de secuenciación masiva. QIIME.	Patricia Bovio/Andrea Martínez	Práctico
5	9/5/2025	9-12hs	Visita planta de tratamiento aerobia	Claudia Etchebehere	Visita técnica



5	9/5/2025	14-15:30	Sistemas anammox	Juliana Calabria	Teórico
5	9/5/2025	16-17:30	Sistemas de eliminación de fósforo y Microbiología del proceso	Elena Castello/Andrea Martínez	Teórico
	10/5/2025		Fin de semana		
	11/05/2025		Fin de semana		
6	12/5/2025	8:30-9:30hs	Sistemas metanogénicos de tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos	Liliana Castro/Guillermo Zinola	Teórico
6	12/5/2025	9:30-10:30hs	Microbiología de sistemas metanogénicos y monitoreo	Cecilia Callejas	Teórico
6	12/5/2025	11-12hs	Biodigestores escala rural, bajo costo	Liliana Castro	Teórico
6	12/5/2025	12-13hs	Taller discusión Biodigestores	Liliana Castro	Teórico
6	12/5/2024	14-19hs	Análisis estadístico aplicado a la secuenciación masiva. R.	Patricia Bovio/Andrea Martínez	Práctico
7	13/5/2024	7-10hs	Viaje a Durazno		
7	13/5/2024	10-13hs	Visita a planta de tratamiento de aguas residuales industriales con unidades anaerobias, Durazno.	Angela Cabezas (DURAZNO)	Visita técnica
7	13/5/2024	14-15:30hs	Concepto de biorefinería y Economía circular (BioH2, elongación, etc)	René Cardeña (DURAZNO)	Teórico
7	13/5/2024	15:30-17hs	Microalgas y biorefinerías	Luis Ramirez (DURAZNO)	Teórico
7	13/5/2024	17-18hs	Visita a las instalaciones de UTEC y planta piloto de biogás.	Angela Cabezas (DURAZNO)	visita técnica
7	13/5/2024	18-21hs	Viaje de regreso a Montevideo		
8	14/5/2024	9-10:30hs	Epidemiología de aguas residuales para estudio de epidemias	Juliana Calabria	Teórico
8	14/5/2024	11-12:30hs	Virología aplicado a sistemas de tratamiento de aguas residuales	Santiago Mirazo	Teórico
8	14/5/2024	14-15hs	Taller discusión Epidemiología aplicado a aguas residuales	Juliana Calabria	Teórico
8	14/5/2024	15-19hs	Discusión de resultados y preparación presentación	Docentes del práctico	Práctico



9	15/5/2025	9-12hs y de 13-17hs	Se presentarán los resultados de los problemas presentados en los trabajos prácticos y los trabajos de investigación de los/las estudiantes de posgrado.	Claudia Etchebehere	Práctico
10	16/5/2025	9-12:30hs	Examen	Claudia Etchebehere	Teórico

6 FORMA DE EVALUACIÓN

Expresar claramente la forma de evaluación individual (oral, escrita, etc).

En el caso de modalidad virtual, también indicar los requisitos y la asistencia requerida para aprobar el curso.

La evaluación se realizará en dos instancias:

1-La presentación de los resultados del problema presentado en el práctico que se realizará en grupo y en forma oral.

2-Realización de un examen escrito individual que consistirá en proponer cómo resolvería un problema ambiental relacionado con el contenido del curso.

Se requerirá para aprobar el curso una asistencia mínima del 80% de las clases teóricas y del 90% de las clases prácticas.



ANEXO 2 - CURRICULUM VITAE DE LOS INTEGRANTES DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

Nombre	Link a CVUy, Lattes u otro similar
Claudia Etchebehere	https://export.cvuy.uy/cvsn/?urlId=8fbaecc6bf9664627a61e9f7ed66241989588ff05a6ef48b7b60b9408452d519199a30dde a005adb9404c782f9174e448f66b8161cc39dca0bf233db3fd84de0&formato=html&convocatoria=21
Angela Cabezas	https://export.cvuy.uy/cv/?43224068623ace73d5266d126d90c04cbaa148c481d0c743b6b64d7174db8df6d57dc9d133ef164bea137a9937f4aee94b9e27985a3e9374bb0adfe252d085c9
Elena Castelló	https://export.cvuy.uy/cvsn/?urlId=de89bdf10b39f7479e4f70ec8d0f8782cc650e27cb18be38be0e69cabecafb8579f5e533a7e0e794897714b9815780acf0327ad7fcea5ca7db88f5e1c3750b1&convocatoria=21&formato=html
Cecilia Callejas	https://export.cvuy.uy/cv/?7a9783481912d1c8f431ab66f86121b556c6846cbb5ed60a06589516a668a52d598540f973cce4084df898d37cb6a729bf12fc095cbed08547aa73f5189f36e
Andrea Martínez	https://export.cvuy.uy/cv/?80e9143d080976644e665396e3dc b4a24812bfd3f7f4be21c7aba83b843112cb35d215f7e8be089c4eadccc145b340ca36740ff5011408a357255390e2353784
Guillermo Zinola	https://export.cvuy.uy/cv/?178923525023ada108579cca52442a60cb44a3e35e8eed1c5b9db04baf184cb21ead03a0f3a3e5265a4bd7f0bbd6e30fe0036e345cb0c7edd284ca45d50899fd
René Cardeña Dávila	https://export.cvuy.uy/cvsn/?urlId=5c9cd9515b8fe846ceb0a479a53f806f&formato=html&convocatoria=21
Luis Ramirez Mérida	https://export.cvuy.uy/cv/?499327109c4c78e943574f71f6994227
Patricia Bovio	https://export.cvuy.uy/cv/?9e134593755a2a0c7e3891bb2ecb c7f48e6fd75d27b88237d6647b6b16d722cf2288c6dbcd0f0662b67632c2fabfd4ed2245150b790a6cd312bcad7ff4288db1
Julieta López	https://export.cvuy.uy/cv/?ae06860bb74e4f6bf14d6e555c16d ee799f3407517ddb3b092e37b014e1dc2e9a9013f66b3764b55c7b025b67b7bfa11ccb9b338befb3a4bf030d025c730d8d6
Santiago Mirazo	https://exportcvuy.anii.org.uy/CvEstatico/?urlId=dae80dac400 cea0048013cca32923e5948483384fd11e5fd663464d0190a11f05181607d483524297e1f745e7d4d339d687714f3d05ec6b c8c4aaa60a9c3d80c&formato=pdf&convocatoria=21
Leonardo Erijman	Adjunta CV
Juliana Calabria	http://lattes.cnpq.br/3412076785602816 ID Lattes: 3412076785602816
Liliana Castro	Adjunta CV

Si no se tiene el CV en formato CVUy, Latte so similar, en la siguiente página encontrará una pauta para la presentación.