

## CURSO VIRTUAL DE POSTGRADO

Curso de Posgrado

# “CONVERSIÓN ENERGÉTICA DE LA BIOMASA”

Fecha: 22 de marzo al 2 de abril de 2021

Duración: 40 horas.

Horario de cursado

18:00 a 22:00 p.m

(Hs.Arg).

Modalidad: Virtual-

- Con evaluación



## DOCENTES A CARGO

Dr Electo Silva Lora. Brasil  
Dra Thais Millesi. Brasil  
Dr Quelbis Quintero Bertel. Colombia  
Dr Luis Arteaga Pérez. Chile  
Dr Diego Yepes Maya. Brasil

CONSULTAS A: [REDREBIBIR@GMAIL.COM](mailto:REDREBIBIR@GMAIL.COM)

El curso es parte de las actividades  
ofrecidas por la Red  
ReBiBiR (T) -CYTED para beneficio de la  
Región Iberoamericana.  
No tiene costos.

## INSCRIPCIÓN

[redrebibir.wordpress.com  
/2021/02/15/curso-de-  
postgrado/](http://redrebibir.wordpress.com/2021/02/15/curso-de-postgrado/)

**El horario está referido a hora Argentina (GMT-3).**

### Organiza:



Red Iberoamericana de Tecnologías  
de Biomasa y Bioenergía Rural



**Más información sobre la Red ReBiBiR (T) en:**

<http://www.cyteted.org/es/rebibir>

<https://redrebibir.wordpress.com/>

También en Youtube, LinkedIn, Facebook y Twitter.

---

## **MOTIVACIÓN**

---

ReBiBiR (T) es la Red Iberoamericana de Tecnologías de Biomasa y Bioenergía Rural, conformada por universidades, centros de investigación, entidades de la administración pública y empresas, que sincronizan esfuerzos para la innovación científica y el desarrollo tecnológico, como base para la promoción de “sistemas bioenergéticos” (SBEs) integralmente más sustentables a nivel territorial. Es financiada por el Programa CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo). Los SBEs son entendidos como las diferentes cadenas de aprovechamiento de recursos de biomasa que pueden desarrollarse en los territorios, involucrando una serie de eslabones que van desde la producción del recurso, al procesamiento, gestión y aplicación del mismo, por lo que cualquier aporte en dichos eslabones son puntos de interés para ReBiBiR (T). El punto de partida para el abordaje de los SBEs, es el reconocimiento de su complejidad, diversidad y especificidad en cada contexto territorial particular en el cual se despliegan. El objetivo general que se persigue en esta Red es promover el uso y manejo eficiente de la biomasa sólida y su valorización energética en el ámbito rural y urbano-marginal iberoamericano (AR-UM), poniendo a disposición de la Región los avances tecnológicos fundamentales que podrían aportar a la construcción sinérgica de comunidades y territorios más sustentables y resilientes frente al cambio climático. He aquí la motivación de ofrecer este curso como parte de las actividades que lleva adelante la Red, el cual aúna esfuerzos y experiencias de especialistas de universidades socias de la Red ReBiBiR (T), a fin de familiarizar a los participantes del mismo con las tecnologías más utilizadas durante la conversión energética de la biomasa. El curso pretende dar un enfoque teórico-práctico en cada uno de los temas tratados.

---

## **OBJETIVO**

---

Presentar, discutir y evaluar las principales tecnologías utilizadas durante la conversión energética de la biomasa en electricidad y biocombustibles.

---

## **CONTENIDOS MÍNIMOS**

---

Potencial de biomasa, tierras y efecto invernadero. Procesos de conversión. Cultivos energéticos: Tipos, productividad, área plantada y residuos agroindustriales. Caracterización de biomasa. Composición elemental, composición proximal, poder calorífico, fusión de cenizas, lignina, celulosa. Bioquímica y química, biodigestión y biodiesel, fermentación, biorrefinerías. Conversión termoquímica: combustión. Conversión termoquímica: Gasificación y conversión a combustibles líquidos. Conversión termoquímica: Pirólisis. Generación de electricidad con biomasa. Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

---

## **DETALLES LOGÍSTICOS Y METODOLÓGICOS**

---

El curso se impartirá de manera virtual desde el 22 de marzo al 2 de abril de 2020 (de lunes a viernes), con una carga horaria total de 40 (cuarenta) horas. El horario de cursado será de 18:00 p.m. a 22:00 p.m. (hora Argentina) (GTM-3).

Requisitos previos:

- Haber cursado la disciplina de Termodinámica o semejante.
- Ser estudiante inscripto en una carrera de Maestría o Doctorado.
- Lectura de papers y artículos en inglés
- Compromiso con la cursada, la cual será intensiva y requerirá rendir un examen final.

Perfil esperado de los participantes: ingenieros y especialistas de otras especialidades interesados en el uso energético de la biomasa, a través de métodos termoquímicos, bioquímicos y químicos. Es solo para profesionales.

Las clases se dictarán de manera sincrónica (videoconferencia en vivo) en los horarios y días mencionados. Se impartirán clases magistrales con ejemplos didácticos y problemas propuestos. La evaluación consistirá en la resolución de los ejercicios prácticos propuestos y la presentación de un trabajo evaluativo final, cuyos lineamientos se explicitarán durante el cursado. El trabajo podrá ser grupal en función de la cantidad de estudiantes que se inscriban.

---

## **PROGRAMA**

---

### **Unidad 1. Potencial de biomasa, tierras y efecto invernadero. Procesos de conversión (4 horas) [Dr Electo Silva Lora]**

Biomasa en el contexto del Balance Energético Nacional y Mundial. Fotosíntesis. Tipos de biomasa (lignocelulósica, oleaginosa, azúcares y almidón). Factores que influyen en la productividad. Disponibilidad de biomasa y georeferenciamiento. Estudio de la UNIFEI sobre la disponibilidad de tierras para bioenergía en 2050 y la seguridad alimentar. Biomasa y mitigación del efecto invernadero Sostenibilidad de los sistemas bioenergéticos. Procesos de conversión.

### **Unidad 2. Cultivos energéticos: Tipos, productividad, área plantada y residuos agroindustriales (4 horas) [Dr Quelbis Quintero]**

Tipos de cultivos energéticos: agrícolas y forestales. Potencialidades existentes. Requerimientos agroclimáticos para cultivos energéticos. Productividad de algunos cultivos energéticos. Distribución de los cultivos energéticos en el mundo. Residuos agroindustriales como recurso energético.

### **Unidad 3. Caracterización de biomasa. Composición elemental, composición proximal, poder calorífico, fusión de cenizas, lignina, celulosa. (4 horas) [Dr Diego Yepes Maya]**

Aspectos fundamentales de caracterización física y química de biomasa. Discusión de su importancia e implicancia de resultados de análisis elemental e inmediato. Análisis de poder calorífico inferior y superior. Estudio de contenido de humedad, composición y contenido de lignina y celulosa en la biomasa con fines energéticos.

#### **Unidad 4. Conversión bioquímica y química de la biomasa. Biodigestión y biodiesel, fermentación, biorrefinerías (8 horas) [Dr Thais Millesi]**

Conversión bioquímica de biomasa, caracterización de procesos químicos y bioquímicos, definición de biocatalizadores y su aplicación industrial, proceso de fermentación industrial y tipos de biorreactores, Biodiesel y petrodiesel, Materias primas de biodiesel, Tecnologías para la obtención de biodiesel (síntesis química y bioquímica), Biodiesel de microalgas. Etapas de producción de biogás, factores que influyen en la producción de biogás, características del biogás, tipos de biodigestores, Proceso de producción de bioetanol de primera generación, producción de bioetanol de segunda generación, pretratamiento de biomasa, formas de conducir el proceso (SSF, SHF, SSCF), uso de fracción C5 de biomasa, bioproceso consolidado, Biorrefinerías e integración de procesos.

#### **Unidad 5. Conversión termoquímica: combustión. Conversión termoquímica: Gasificación y conversión a combustibles líquidos (8 horas) [Dr Diego Yepes Maya]**

Principios fundamentales de combustión, gasificación y otros métodos de conversión termoquímica de la biomasa con el objetivo de obtener productos de alto valor energético o precursores de otros productos. Tipos de reactores. Análisis de sus ventajas y desventajas en relación con los productos esperados.

#### **Unidad 6. Conversión termoquímica: Pirólisis (4 horas) [Dr Luis Arteaga Pérez]**

*La pirólisis en la conversión primaria de biomasa. Principios y antecedentes.* Antecedentes de la pirólisis y sus aplicaciones. Tipos de reactores, procesos y características de los productos. *Técnicas analíticas para estudiar la pirólisis y sus productos.* Termogravimetría (TG). Pirólisis analítica. Reactores en escala de gramos. Técnicas de caracterización de productos: líquidos, gases y sólidos. *Mecanismos de reacción y estudio cinético de la pirólisis.* Modelos de una sola partícula, de Pyle y Zaror, modelación cinética, modelos iso-conversionales. Aplicación de Master plots. *Perspectivas y aplicaciones de la pirólisis y sus productos.* Biorefinerías. Integración a refinerías convencionales. Mejoramiento de bio-oil. Aplicaciones de biochar y bio-oil.

#### **Unidad 7. Generación de electricidad con biomasa (4 horas) [Dr Electo Silva]**

Etapas de la generación de electricidad con biomasa. Tecnologías de generación: tipos y madurez. Ciclo Rankine convencional. Ciclo Rankine orgánico. Gasificación acoplada a motores de combustión interna. Otras tecnologías. Requerimientos de humedad y granulometría: pretratamiento de la biomasa. Costo nivelado (LCOE) de la generación con biomasa. Resumen de eficiencias y costos. Algoritmo para la selección de la tecnología y el cálculo de la potencia eléctrica a partir de una dada cantidad disponible de biomasa. Ejemplo de cálculo.

#### **Unidad 8. Análisis de Ciclo de Vida (ACV) (4 horas) [Dr Electo Silva]**

El concepto de sostenibilidad y su métrica. Estructura y etapas de la realización de un estudio de LCA. ISO 14000. Definición de la meta, objetivos y unidad de referencia. Límites del sistema. LCA por asignación y consecuencial (por expansión de la frontera). Cambios en el uso del suelo. Inventario del ciclo de vida IACV. Diagrama de flujo de proceso y diagrama de Sankey. La calidad de los datos. Incertidumbres. Balance de energía y gases de efecto invernadero. Indicadores de sostenibilidad basados en el IACV. La evaluación de los impactos del ciclo de vida de productos y procesos. Categorías de impacto y sus definiciones. De las emisiones a los impactos: un camino largo y tortuoso. Ecoindicadores / modelos. Experiencia del NEST / UNIFEI en LCA.

## ***CRONOGRAMA DE CURSADO***

### **PRIMER SEMANA**

<b>Día</b> <b>Hora</b>	<b>LUNES 22/03</b>	<b>MARTES 23/03</b>	<b>MIÉRCOLES 24/03</b>	<b>JUEVES 25/03</b>	<b>VIERNES 26/03</b>
<b>18:00 p.m.</b>	<b>Unidad I</b>	<b>Unidad II</b>	<b>Unidad III</b>	<b>Unidad IV</b>	<b>Unidad IV</b>
<b>19:00 p.m.</b>					
<b>20:00 p.m.</b>					
<b>21:00 p.m.</b>					
<b>22:00 p.m.</b>					

### **SEGUNDA SEMANA**

<b>Día</b> <b>Hora</b>	<b>LUNES 29/03</b>	<b>MARTES 30/03</b>	<b>MIÉRCOLES 31/03</b>	<b>JUEVES 01/04</b>	<b>VIERNES 02/04</b>
<b>18:00 p.m.</b>	<b>Unidad V</b>	<b>Unidad V</b>	<b>Unidad VI</b>	<b>Unidad VII</b>	<b>Unidad VIII</b>
<b>19:00 p.m.</b>					
<b>20:00 p.m.</b>					
<b>21:00 p.m.</b>					
<b>22:00 p.m.</b>					

## ***CERTIFICACION***

Se otorgarán **certificados de aprobación** a aquellos participantes que cumplan con la participación mínima del 80 % de asistencia al curso en clases sincrónicas y aprueben la evaluación final. La nota mínima de aprobación será de 7 (siete)/10. El certificado solo se entregará de manera digital y será expedido por la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta, Argentina.

Para aquellos que no superen la aprobación, y cumplan con el 80% de asistencia, se extenderá una **constancia** de asistencia (en formato digital). Sin excepción.

## ***INSCRIPCIONES***

En función de la demanda, se otorgará orden de mérito a los candidatos, notificando solamente a aquellos que resultaran seleccionados. Solo se evaluarán como potenciales cursantes los perfiles anotados mediante el siguiente formulario:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdBtbeMu6VIVak1Ivy6CjtTp7rKWfzrhE6\\_P\\_TgQ7RuW9TYXGw/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdBtbeMu6VIVak1Ivy6CjtTp7rKWfzrhE6_P_TgQ7RuW9TYXGw/viewform)

El periodo de pre-inscripción será hasta el 08 de marzo del corriente. Contacto y consultas: [redrebibir@gmail.com](mailto:redrebibir@gmail.com) . Coordinadora de la Red: Dra Silvina Manrique. INENCO (CONICET-Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina).



## **DOCENTES A CARGO**

- **Dr Electo Silva Lora (Universidad Federal de Itajubá – Brasil)**  
<https://scholar.google.com.br/citations?user=3GRp-6AAAAAJ&hl=pt-BR>
- **Dr Quelbis Román Quintero Bertel (Universidad Autónoma de Bogotá, Colombia).**  
[http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000441333](http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000441333)
- **Dra Thais Suzane Milessi Esteves (Universidad Federal de Itajubá – Brasil).**  
<http://lattes.cnpq.br/7000002745065879>
- **Dr Luis Arteaga Pérez (Universidad del Bío Bío, Chile).**  
<https://scholar.google.com/citations?user=eePGXXkAAAAAJ&hl=es&oi=ao>
- **Dr Diego M. Yepes Maya (Universidad Federal de Itajubá – Brasil).**  
<http://lattes.cnpq.br/0457833115360417>

## **RESEÑA PROFESIONAL**

### **Prof. Dr ELECTO EDUARDO SILVA LORA**

Investigador 1B del Consejo Nacional de Investigaciones de Brasil - CNPq. Graduado en Ingeniería Mecánica con especialización en centrales termoeléctricas por la Universidad Politécnica de Odessa (1981), en Ucrania, Master en centrales termoeléctricas - Universidad Politécnica de Odessa (1981) y un doctorado en Diseño de generadores de vapor y reactores por la Universidad Politécnica de San Petersburgo (1988), en Rusia. En 2014 realizó una pasantía de profesor visitante en la Universidad Estatal de Washington/USA con una beca Fulbright / CAPES Visiting Scholar. Actualmente es Profesor Titular en la Universidad Federal de Itajubá y Coordinador del Núcleo de Excelencia en Generación Termoeléctrica y Distribuida - NEST. Tiene experiencia en el área de Ingeniería Mecánica. Ha publicado 130 artículos en revistas, 15 libros y orientado 27 tesis doctorales y 66 tesis de maestría.

### **Prof. Dr QUELBIS QUINTERO BERTEL**

Doctor en Ciencias de la Ingeniería Mecánica, área conversión energética. Líder del grupo de investigación Bioindustrias. Categorizado como Investigador Asociado por el Ministerio de Ciencias, Tecnología e Innovación de Colombia. Investigador en sistemas agroenergéticos sostenibles, biocombustibles, biorefinería de residuos sólidos urbanos, agrícolas y agroindustriales, y fijación de carbono en los suelos mediante aplicación de biochar. Asesor y consultor en el área agroambiental, tanto en el sector privado como público a nivel Nacional e Internacional. Profesor universitario a nivel de pregrado y posgrado, en el área agrícola, ambiental y energética. Ha dirigido proyectos de investigación, autor de artículos y capítulos de libros en sus áreas de investigación.

### **Prof. Dr LUIS ARTEAGA PÉREZ**

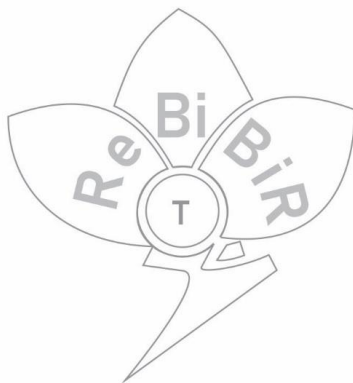
Ingeniero químico, Máster en Análisis de Procesos de la Industria Química y Doctor en Ciencias Técnicas por la Universidad Central de Las Villas (Cuba). Sus principales líneas de investigación son: biorrefinería, catálisis aplicada y diseño, análisis y desarrollo de procesos de conversión termoquímica. El Dr. Arteaga ha publicado 50 artículos en revistas revisadas por pares y tiene una puntuación H de 15. Cuenta con experiencia docente desde el año 2005 y actualmente participa como docente en los Doctorados en Ingeniería de Materiales y Procesos sustentables, de la Universidad de Bío-Bío (Chile) y el Doctorado en Ingeniería c/m Ingeniería Química de la Universidad de Concepción, respectivamente. Dirige estudiantes de grado y postgrado. Ha dirigido y participado de numerosos proyectos de investigación y actúa como evaluador de revistas internacionales de reconocido impacto.

### **Prof. Dra THAIS SUZANE MILESSI ESTEVES**

Licenciada en Ingeniería Bioquímica por la USP-Lorena (2010), Maestría en Biotecnología Industrial por Escuela de Ingeniería Lorena USP (2012) y Doctora en Ingeniería Química de la Universidad Federal de São Carlos (2017), con período sándwich en KU Leuven (Bélgica). Actualmente es profesora de la Universidad Federal de Itajubá (Unifei, Brasil). Tiene experiencia en el área de Ingeniería Química, con énfasis en Procesos Bioquímicos, actuando principalmente en los temas: bioetanol, en el que tiene dos patentes registradas, uso biotecnológico de agro-residuos, inmovilización celular y enzimática, tecnología enzimática y fermentación con microorganismos silvestres y recombinantes.

### **Prof. Dr DIEGO YEPES MAYA**

Ingeniero Industrial por la Universidad Católica de Oriente. Colombia (1998), equivalente a Ingeniería de Producción de la Universidad Federal Fluminense - UFF, Niterói, (2016). Magíster en Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia (2012), equivalente Magíster en Ingeniería Mecánica de la Universidad Federal de Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro (2016). Doctor en Ingeniería Mecánica, área de concentración térmica, fluidos y máquinas de flujo por la Universidad Federal de Itajubá (2016). En 2020 realizó pasantía como profesor visitante en el Instituto Superior Técnico de la Universidad de Lisboa en Portugal. Actualmente es Profesor Adjunto clase C1 en la Universidad Federal de Itajubá e investigador del Núcleo de Excelencia en Generación Termoeléctrica y Distribuida - NEST. Tiene experiencia en el área de conversión termoquímica de biomasa, simulación de procesos termoquímicos y proyecto de reactores de pequeño tamaño y escala de laboratorio.



Red Iberoamericana de Tecnologías  
de Biomasa y Bioenergía Rural