



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

Informe Final 2022

Título del Proyecto: Co-digestión anaeróbica de purines de cerdo con macroalgas provenientes de ríos y lagos patagónicos eutrofizados.		Código MSUTNDN0005205
Programa: Medio Ambiente, Contingencias y Desarrollo Sustentable		
Facultad Regional: Neuquén		
Fecha de Inicio: 01/01/2019	Fecha de Finalización: 31/12/2021	Fecha de Prórroga: 31/12/2022

Director: CAMACHO, ALBERTO
GUSTAVO

a) **GRADO DE AVANCE:** Porcentaje de ejecución sobre lo programado **100 %**


1.ACTIVIDAD EN INVESTIGACIÓN Y/O DESARROLLO

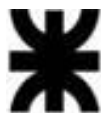
a) **Producción y Desarrollo:**

Especificaciones Técnicas de los Desarrollos Realizados (prototipo, equipo, proceso, modelo, patente, etc.)

Indicar:

Título	Dispositivo para la determinación del Potencial Metanogénico Específico y la Actividad Metanogénica Específica.
Lugar/es donde desarrolla/n el proyecto – Fotos del desarrollo	Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Neuquén
Institución/es requirente/s	Universidad Nacional del Comahue
Investigadores/Desarrolladores	Marcos Astorga – Marcela N. Gatti

	Alberto Gustavo Camacho	27/07/2023
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado**

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

Resumen del contenido	El proceso se realiza utilizando un sistema manométrico, constituido por una botella de vidrio color caramelo, un tapón de goma y un precinto metálico para su cierre hermético. El ensayo se lleva a cabo en condiciones mesofílicas (35 ± 2°C), incluyendo cada tratamiento por triplicado. Todos llevan la misma cantidad de sustrato, y cantidades crecientes de co-sustrato (%). Se incluye un control negativo – inóculo solo- y un control positivo con Celulosa Microcristalina (CMC). La duración del ensayo es de 3a días aproximadamente, y el criterio utilizado para su finalización es hasta alcanzar el 1% de producción de metano respecto al total acumulado, por 3 días consecutivos. Periódicamente se extrae el biogás generado a través del tapón de goma, con una jeringa conectada a un manómetro en U que permite ajustar su extracción hasta igualar la presión atmosférica. Una vez registrado el volumen, el biogás se filtra con una solución de NaOH 1N, permitiendo retener el CO ₂ y estimar indirectamente la fracción de metano. Los datos obtenidos se expresan en condiciones normales de presión y temperatura (CNPT: 1 atm, 0°C).
Resultados obtenidos (cantidad – calidad) en función de los objetivos del proyecto	Los resultados obtenidos son muy precisos, el desvío es menor al 10%. El sistema es sencillo y económico, por lo cual presenta ventajas muy interesantes para continuar con el uso del mismo para la determinación del potencial metanogénico y la actividad específica, tanto en actividades de investigación como servicios.
Proyección de continuidad - transferencias	El interés es aplicar esta tecnología en determinaciones de rutina, en actividades de investigación y en servicios a interesados en conocer el potencial de los residuos orgánicos de la región para la producción de metano.
Conclusiones	El dispositivo desarrollado es sencillo, económico, provee de datos repetibles (dado que la dispersión es menor a un 10%), y fue desarrollado totalmente por los investigadores del proyecto.

Título	
Lugar/es donde desarrolla/n el proyecto – Fotos del desarrollo	
Institución/es requirente/s	
Investigadores/Desarrolladores	
Resumen del contenido	
Resultados obtenidos (cantidad – calidad) en función de los objetivos del proyecto	
Proyección de continuidad – transferencias	
Conclusiones	

	Alberto Gustavo Camacho	27/07/2023
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado**


Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

b) Producción en Investigación:

Libros	
Autor/autores	
Título del libro	
Editorial	
Edición: Nacional o Internacional	
Código ISBN	
Año	
Lugar de publicación	
Número de ejemplares	
Palabras clave	

Libros	
Autor/autores	
Título del libro	
Editorial	
Edición: Nacional o Internacional	
Código ISBN	
Año	
Lugar de publicación	
Número de ejemplares	
Palabras clave	

Capítulos de libros	
Autor/autores	
Capítulo/s	
Título del libro	
Editorial	
Compilador (si lo hubiere)	
Edición: Nacional o Internacional	
Código ISBN/ Año	

	Alberto Gustavo Camacho	27/07/2023
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado


Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

Lugar de publicación	
Número de ejemplares	
Palabras clave	

Capítulos de libros	
Autor/autores	
Capítulo/s	
Título del libro	
Editorial	
Compilador (si lo hubiere)	
Edición: Nacional o Internacional	
Código ISBN/ Año	
Lugar de publicación	
Número de ejemplares	
Palabras clave	

Revistas	
Autor/autores	Astorga, Marcos; Cesano, Margarita; Gatti, Marcela Noemí; Camacho, Alberto.
Título del artículo	ENHANCEMENT OF METHANE PRODUCTION AND WASTEWATER TREATMENT FROM ALGAE.
Nombre de la Revista	International Journal of Environment and Health.: Inderscience Publishers.
Fecha de Publicación	2020
Con/Sin referato	Con referato
Ámbito de la publicació	Internacional
Código ISSN	2020 vol.10 n°2. p145 - 159. issn 1743-4955. eissn 1743-4963. DOI: 10.1504/IJENVH.2020.115808.
Palabras clave	co-digestion; biochemical methane potential; pig slurry; macroalgae; microalgae; BNRM2; wastewater depuration.

Revistas	
Autor/autores	
Título del artículo	
Nombre de la Revista	
Fecha de Publicación	

	Alberto Gustavo Camacho	27/07/2023
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

Con/Sin referato	
Ámbito de la publicación	
Código ISSN	
Palabras clave	

Difusión en Congresos, Simposios, reuniones científicas, conferencias

Título del trabajo	Producción de biogás y modelado del potencialmetanogénico de residuos porcinos y co-sustratos.
Institución organizadora	Universidad Nacional del Sur.
Nombre del evento	Conferencia. International Conference of Production Research. Americas 2020.
Carácter	Expositor
Fecha	2020
Lugar	Bahía Blanca. 2020.
Autores de la presentación	Marcos Astorga, Margarita Cesano, Marcela Gatti, y Alberto Camacho.
Publicado en actas, memorias – (páginas)	Libro. Artículo Completo. Universidad Nacional del Sur. Pp. 1548 – 1556. ISSN 2619-1865.
Con/Sin referato	Con
Año	2020
Comité científico	
Institución	Editorial de la Universidad Nacional del Sur.
Palabras clave	Sustentabilidad, metano, co-digestión anaerobia, macroalgas, modelado, BNRM2

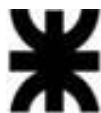
Difusión en Congresos, Simposios, reuniones científicas, conferencias

Título del trabajo	MACROALGAS COMO CO-SUSTRATOS EN PROCESOS DE DIGESTIÓN ANAEROBIA DE PURINES DE CERDO. AJEA –.
Institución organizadora	SCTyP (Sec. Ciencia, Tecnología y Posgrado) UTN-Rectorado
Nombre del evento	V Jornadas de Intercambio y Difusión de los Resultados de Investigaciones de los Doctorandos en Ingeniería.
Carácter	Expositor-Autor
Fecha	06/10/2020.
Lugar	Virtual
Autores de la presentación	Marcos Astorga.

Alberto Gustavo Camacho

27/07/2023

Firma Director/a	Aclaración	Fecha
------------------	------------	-------



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos


Publicado en actas, memorias – (páginas)	Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN, (Editor). ISBN: 978-950-42-0200-4. DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.5.731.2020
Con/Sin referato	
Año	2020
Comité científico	
Institución	UTN- Rectorado
Palabras clave	Digestión Anaerobia, Purín de Cerdo, Tratamiento de Efluentes, Potencial Bioquímico de Metano, Algas

Difusión en Congresos, Simposios, reuniones científicas, conferencias

Título del trabajo	MEJORA DEL MODELO MATEMÁTICO BNRM2: INCORPORACIÓN DE MICROORGANISMOS LIGNOCELULOLÍTICOS Y METANÓTROFOS.
Institución organizadora	
Nombre del evento	SAPROBIO 2021 6º Simposio Argentino de Procesos Biotecnológicos: transfiriendo biotecnología para el desarrollo:
Carácter	Expositor-Autor
Fecha	2021
Lugar	Posadas: Universidad Nacional de Misiones, 2021.
Autores de la presentación	Astorga, Marcos; Gatti, Marcela; Camacho, Alberto.
Publicado en actas, memorias – (páginas)	libro de resúmenes / compilación de Pedro Darío Zapata ; Adriana Elizabeth Alvarenga. - 1a ed. - Libro digital, PDF Archivo Digital: descarga y online. ISBN 978-950-766-183-9.
Con/Sin referato	con
Año	2021
Comité científico	
Institución	Universidad Nacional de Misiones
Palabras clave	Digestión anaerobia, simulación, BNRM2, metanótrofos, lignocelulosa

La documentación probatoria de lo declarado se incorporará a un CD/DVD para ser enviada acompañando al Informe Final presentado.

c) Tesistas:

Apellido y Nombre	Lic. Marcos Adrián Astorga	
Tipo de tesis	Doctoral	
Título	CO-DIGESTIÓN ANAEROBIA DE PURINES DE CERDO CON MACRÓFITAS ACUÁTICAS DE LA CUENCA NEUQUINA Y RESIDUOS	
	Alberto Gustavo Camacho	27/07/2023
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado**

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

	ORGÁNICOS DERIVADOS DE LA AGROINDUSTRIA PATAGÓNICA.
Director	Directora: Marcela Noemí Gatti, Codirector: Alberto Gustavo Camacho.
Fecha de inicio	01/04/2018
Fecha de finalización	continúa
Calificación	

Apellido y Nombre	
Tipo de tesis	Doctoral
Título	
Director	
Fecha de inicio	dd/mm/aaaa
Fecha de finalización	dd/mm/aaaa
Calificación	

d) Becarios:

Apellido y Nombre	Lic. Marcos Adrián Astorga
Tipo de beca	Doctorado
Fecha de inicio	01/04/2018
Fecha de finalización	31/03/2023

Apellido y Nombre	
Tipo de beca	Doctorado
Fecha de inicio	dd/mm/aaaa
Fecha de finalización	dd/mm/aaaa

	Alberto Gustavo Camacho	27/07/2023
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado**

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

2. GESTIÓN DEL PROYECTO (Para ser informado por el Director)

Tareas Desarrolladas:

Si tuvo dificultades en el desarrollo de las tareas previstas en este proyecto de investigación le agradeceremos que indique:

Problemas de ejecución del presupuesto	Se ejecutó todo el presupuesto.																																			
Problemas con los integrantes	No hubo.																																			
Especificar otros	<p>Durante el año 2020 no se pudo realizar la actividad experimental propuesta. Los experimentos montados, que utilizan microorganismos, se tuvieron que desmontar en marzo de ese año. En ese momento el becario doctoral Marcos Astorga estaba realizando el potencial metanogénico específico de los purines de cerdo, lo cual lleva un tiempo efectivo de medición de 45 d a 60 d. Contando en este período la preparación del inóculo. Esto se interrumpió por el COVID19, que restringió el ingreso al laboratorio. Durante el resto del año 2020 no se pudo ingresar al laboratorio de Bioprocesos.</p> <p>Durante el 2021 por arreglos en el laboratorio, principalmente la realización de una mesada de trabajo, el arreglo del techo (el Durlock se desprendió del techo debido a las goteras por lluvias persistentes en la zona) y el arreglo de un tablero eléctrico, no permitieron el ingreso hasta octubre de ese año.</p>																																			
Monto del financiamiento recibido durante el desarrollo del proyecto	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Crédito Presupuestario 5205</th> </tr> <tr> <th>Año</th> <th>Inciso 2</th> <th>Inciso 3</th> <th>Inciso 4,3</th> <th>Resolución</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2019</td> <td>10.500</td> <td>7.000</td> <td>17.500</td> <td>369/2019</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>8.700</td> <td>5.800</td> <td>14.500</td> <td>89/2020</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>11.310</td> <td>7.540</td> <td>18.850</td> <td>117/2021</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Año de prórroga No presupuestado</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Total: \$101.700,00</td> </tr> </tbody> </table>	Crédito Presupuestario 5205					Año	Inciso 2	Inciso 3	Inciso 4,3	Resolución	2019	10.500	7.000	17.500	369/2019	2020	8.700	5.800	14.500	89/2020	2021	11.310	7.540	18.850	117/2021	Año de prórroga No presupuestado					Total: \$101.700,00				
Crédito Presupuestario 5205																																				
Año	Inciso 2	Inciso 3	Inciso 4,3	Resolución																																
2019	10.500	7.000	17.500	369/2019																																
2020	8.700	5.800	14.500	89/2020																																
2021	11.310	7.540	18.850	117/2021																																
Año de prórroga No presupuestado																																				
Total: \$101.700,00																																				
Porcentaje de metas cumplidas respecto a los objetivos propuestos en el proyecto acreditado	<p>Se alcanzó un avance del 100° en el objetivo N° 1: Evaluar la producción de biogás como resultado de la co-digestión de los purines de cerdo con macroalgas; N°2: Determinar el rendimiento de degradación de la materia orgánica en el proceso de digestión de los purines de cerdo con aportes de macroalgas con distinta carga orgánica, nitrógeno y fósforo, y en el objetivo N°5: Evaluar el grado de estabilidad alcanzado por el purín de cerdo durante el proceso de co-digestión condiferentes residuos orgánicos para determinar su reutilización como abono del suelo. En el objetivo N°6: se alcanzó un avance del importante al iniciar la implementación del modelo biológico que permita representar la dinámica del proceso y estimar parámetros característicos.</p>																																			

	Alberto Gustavo Camacho	27/07/2023
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado**


Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

Agentes facilitadores (si los hubiere)	
--	--

Evaluación de los integrantes:

Nómina del personal que interviene en el proyecto		
Nº	Apellido y Nombre	Evaluación Director (*)
1	POJMAEVICH, ANDREA BIBIANA	Satisfactorio
2	HENOCH CERDA, GLENDAMARIANELA	Satisfactorio
3	CARROZA, IVONE ELISABET	Satisfactorio
4	ASTORGA, MARCOS ADRIAN	Satisfactorio
5	GATTI, MARCELA NOEMÍ	Satisfactorio
6	BARTUCCI, SANDRA LORENA	Satisfactorio
7	LAOS, FRANCISCA	Satisfactorio
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Nota:El Director es responsable de la asignación de tareas del proyecto por lo que se sugiere revisar si corresponden a cada investigador las tareas informadas.

	Alberto Gustavo Camacho	27/07/2023
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado**

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

Resultados obtenidos


Se trabajó en la caracterización de los purines recolectados en criaderos de cerdo de la zona, macroalgas recolectadas de orillas del río Limay y restos de poda. Se obtuvieron datos de demanda química de oxígeno, sólidos totales y volátiles (SV), pH, conductividad, potencial redox, ácidos volátiles, alcalinidad, fósforo total, nitrógeno total, nitrógeno Kjeldahl, nitrógeno amoniacal, lignina. Se obtuvieron los potenciales metanogénicos biológicos (PMB) de estos sustratos y mezclas de los mismos. El procedimiento aplicado se basa en la metodología obtenida de bibliografía. Se aplicaron los porcentajes del 5 – 20% en base al contenido de sólidos volátiles del sustrato base y las macroalgas. Se aplicó una relación de 2 = SV Inóculo/SV (sustrato+macroalgas). El inóculo utilizado se obtuvo de un cultivo en laboratorio en modalidad discontinua para el cual se partió de purín de cerdo. Al cabo de 40 días de mantener el recipiente de cultivo en una cámara termostatzada a 35°C se obtuvo el inóculo en condiciones adecuadas para montar los PMB. Se determinó la actividad metanogénica específica del inóculo empleando como sustratos glucosa, ácido acético, y celulosa.

Hasta el momento se han obtenido los PMB, de purines de cerdo, restos de poda y macroalga. Las determinaciones se realizan por triplicado empleando botellas de 250 ml tapadas con el sistema de tapón de goma y precinto aplicado con pinza. El muestreo del biogás se realiza todos los días mediante un sistema que mantiene la presión constante en la botella. Los resultados obtenidos muestran la mejora en la producción de biogás cuando se reemplaza un porcentaje de los SV del sustrato por macroalgas. Una vez finalizado el PMB se determina de cada botella: demanda química de oxígeno, sólidos totales y volátiles (SV), pH, conductividad, potencial redox, fósforo total, fosfatos, nitrógeno total, y nitrógeno amoniacal. Con estos datos se obtienen rendimientos de producción de metano en función de la reducción de la demanda química de oxígeno y sólidos volátiles, y se aplican balances de nitrógeno y fósforo.

Se comenzó con la implementación del modelo biológico para interpretar la producción de metano y dióxido de carbono a partir de la digestión de las mezclas analizadas.

Conclusiones

Las tareas desarrolladas en el proyecto, son muy alentadores en relación al beneficio de utilizar la tecnología de digestión anaeróbica a los residuos orgánicos producidos en la región. En la zona no hay una propuesta concreta para el aprovechamiento de este tipo de residuos cuya mala gestión genera graves problemas ambientales. Se continuará evaluando el proceso de digestión anaeróbica a partir de residuos con alto contenido orgánico en proyectos que continúen esta propuesta en la FRN como es el PID MSECDN0008654, Título: VALORIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS MEDIANTE DIGESTIÓN ANAERÓBICA.

	<p>Alberto Gustavo Camacho</p>	<p>27/07/2023</p>
<p>Firma Director/a</p>	<p>Aclaración</p>	<p>Fecha</p>