



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Anexo I
Plantilla de Presentación de Propuestas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Facultad Politécnica

CONVOCATORIA PARA PRESENTACIÓN DE
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
2025

FORMULARIO DE PRESENTACIÓN

PERFIL DEL PROYECTO

1. Título del Proyecto. Investigador/a Principal y Coinvestigadores

Tecnología de catálisis avanzada para la conversión de mezclas ABE en biocombustibles y su implantación en plataformas bioindustriales de biorrefinería

Investigador Principal: Prof. MSc. Gerardo Andrés Alvarenga Salinas

Coinvestigador: Lic. Doris Micaela Guerrero Rojas

2. Resumen del proyecto

Esta investigación tiene como fin ampliar los límites del conocimiento en ingeniería de reacción y catálisis heterogénea para promover una integración sinérgica entre refinerías convencionales y biorrefinerías, centrando el estudio en la valorización de la mezcla ABE (acetona-butanol-etanol) obtenida por fermentación de azúcares y su conversión en hidrocarburos de alto valor como biocombustibles sostenibles. Para ello, se propone una estrategia catalítica basada en alúminas modificadas con distintos porcentajes de magnesio, cuya incorporación induce cambios de fase capaces de incrementar los sitios básicos y ajustar la acidez superficial, optimizando así el rendimiento de las reacciones de condensación aldólica. En primer lugar, se caracterizan estos catalizadores sólidos



CAMPUS DE LA UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

mediante las diferentes técnicas XDR, TDP, TGA y BET. A continuación, se desarrolla la síntesis de biocombustibles en un reactor batch que permite evaluar simultáneamente hasta seis reacciones paralelas bajo temperatura y agitación controladas; en estas pruebas se cuantifican conversión, rendimiento y selectividad mediante HPLC y GC-MS, garantizando precisión en la identificación y cuantificación de productos. Los datos experimentales se consolidan en una base de datos mediante software especializado, donde cada caracterización y prueba de actividad se somete a análisis estadístico y representación gráfica para facilitar su interpretación, comparación y discusión. Se prevé que los resultados demuestran la viabilidad de incorporar biomasa como materia prima renovable en procesos de biorrefinería con rendimientos comparables a los de las refinerías de petróleo tradicionales, generando no sólo combustibles sino también productos de valor añadido. Finalmente, los hallazgos serán difundidos en revistas científicas y congresos nacionales e internacionales mediante ponencias y posters, estableciendo una nueva línea de investigación en Paraguay en Química de Superficies y Catálisis aplicada al Medio Ambiente y la Energía. Este enfoque integral, desde el diseño y caracterización de catalizadores hasta su evaluación en reactores batch y el análisis estadístico de los resultados, sienta las bases para el desarrollo de biorrefinerías sostenibles capaces de satisfacer las demandas energéticas y medioambientales actuales.

Palabras clave: catálisis, Biorrefinerías, Condensación-aldólica, biocombustible, análisis-tecnoeconómico.

3. Equipo de investigadores

Nombre	Formación / grado académico	Sede/Grupo de Investigación/ Carrera	Función actividad en y el proyecto
Gerardo A. Alvarenga Salinas	Químico/MSc. Investigador GITV y GEMM	FP-UNA	Investigador principal
Doris M. Guerrero Rojas	Químico/ Licenciada- Investigadora en	FP-UNA	Investigador asociado



	Formación: Estudiante de Máster.		
--	--	--	--

4. Área y especialidad de la propuesta

Basadas en el manual de Frascati

El **Área** Ingeniería y Tecnología. La **especialidad** de la propuesta estaría en el punto 2.5 Ingeniería de los Materiales.

Indicar la contribución/alineación con la Política en Ciencias y Tecnología del CONACYT:

Se podría nombrar al objetivo Estratégico 2: Desarrollar capacidades nacionales para la generación de conocimiento en ciencia y tecnología. -Formar investigadores y tecnólogos para generar conocimientos científicos y tecnológicos sobre contenidos de interés nacional y con estándares internacionales. -Profesionalizar la investigación científica y tecnológica para el desarrollo socioeconómico sostenible del país. Desarrollar capacidades de investigación, a nivel individual, organizacional, e interorganizacional, con el objetivo de contribuir al avance del conocimiento en temas transdisciplinarios de la ciencia y tecnología. Mejorar el acceso al acervo de conocimiento científico y tecnológico nacional e internacional. Estrategias: Fortalecimiento del Capital Humano para la I+D Promover condiciones y normas que hagan predecible la carrera del investigador, a través de una mejor gestión del talento humano en las instituciones públicas y privadas que realizan I+D Introducir mecanismos que faciliten la acción afirmativa hacia la creación de experiencia en jóvenes investigadores Mejorar la calidad de los programas de formación de investigadores y tecnólogos;

PND 2030: 2 CRECIMIENTO ECONÓMICO INCLUSIVO | 2.4 Valorizar el capital ambiental y en las Líneas transversales : Sostenibilidad ambiental

Plan Estratégico Institucional de la Facultad Politécnica:



CAMPUS DE LA UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Grupos de Interés. Entre los objetivos estratégicos los números: 2 Incrementar de manera sostenida la producción científica y tecnológica y 3 Impulsar la transferencia de conocimientos, tecnologías y experiencias que contribuyan a dar soluciones a distintos sectores de la sociedad.

INVESTIGACIÓN- Objetivo 10: Fortalecer las Líneas y Programas de Investigación: Línea de Acción 10.1. Fomento de líneas y proyectos de investigación e incentivación de la divulgación de resultados obtenidos. Línea de Acción 10.2. Vinculación de los trabajos de investigación con los procesos de enseñanza-aprendizaje en grado, involucrando a estudiantes de grado en proyectos de investigación, y realizando workshop para estudiantes sobre los resultados de proyectos de investigación. Línea de Acción 11.9. Fortalecimiento de la cooperación con organismos nacionales e internacionales.

Objetivos de Desarrollo Sostenible: Se enmarca en el Objetivo 7 Energía asequible y no contaminante | 7.a De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias

5. Objetivos del proyecto

Objetivos Generales

Ampliar los límites del conocimiento en ingeniería de reacción y catálisis heterogénea para lograr una integración sinérgica entre refinerías convencionales y biorrefinerías, centrándose en el desarrollo y optimización del proceso de fermentación ABE (acetona-butanol-etanol) para maximizar su conversión en hidrocarburos y, de este modo, fomentar una producción de biocombustibles sostenible.

Objetivos Específicos

1. Preparar y caracterizar los catalizadores mediante las diferentes técnicas XDR, TDP, TGA y BET.



2. Estudiar y optimizar los mecanismos de reacción para condensación aldólica de los reactivos ABE mediante para obtener biocombustibles mediante la utilización de un reactor tipo batch.
3. Determinar la actividad catalítica para las distintas reacciones de condensación aldólica propuestas: Cromatografía HPLC y GC-MS.
4. Evaluar tecnoeconómica y ambientalmente el proceso de catálisis heterogéneo del aprovechamiento del ABE para la Integración en Biorrefinerías.

6. Resultados esperados y los medios para verificarlos

Resultados esperados

1. Resultados observables en lo científico y tecnológico con el desarrollo y la optimización de catalizadores preparados y caracterizados exhiban propiedades fisicoquímicas, en función del porcentaje de magnesio incorporado.
2. Resultados observables en lo científico y tecnológico alta eficiencia del proceso de la actividad catalítica.
3. Resultados observables en lo científico y tecnológico con una validación experimental visible en los compuestos obtenidos como hidrocarburos, éteres y alcoholes superiores de C12-C14 con cromatografías HPLC y CG MS.
4. Resultados en la integración del proceso en biorrefinerías existentes, alineada con esquemas de economía circular y reducción del impacto ambiental.

Medios de verificación

1. Informe de caracterización XDR, TDP, TGA y BET con anexos de espectros, curvas termogravimétricas y isoterma de adsorción. Tabla comparativa de parámetros (área superficial, volumen de poro y distribución de tamaños)
2. Reporte experimental de rendimiento y selectividad en reactor batch, con gráficas de conversión versus tiempo. Informe con métricas clave (conversión global, selectividad, tiempo de reacción óptimo) y desviaciones estándar.
3. Informe de análisis que incluya cromatogramas HPLC y GC-MS, con identificación y cuantificación (área pico, % molar) de los productos. Tabla de composición de mezcla de productos, con valores de conversión, selectividad y rendimiento.



CAMPUS DE LA UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

4. Estudio de viabilidad técnica con diagrama de flujo de proceso integrado y propuesta de modificaciones de planta.

7. Antecedentes y Justificación

En la actualidad, el consumo energético mundial crece al ritmo de la expansión socioeconómica, incrementando la dependencia de combustibles fósiles para cubrir la demanda. Estos recursos no renovables enfrentan retos económicos crecientes: la extracción se encarece y los yacimientos disponibles tienden a agotarse, mientras que las dificultades técnicas para explotarlos aumentan. A largo plazo, se prevé una reducción en la producción por el agotamiento de reservas, lo que subraya la necesidad de diversificar la matriz energética con fuentes sostenibles y así garantizar el suministro y mitigar impactos ambientales asociados al uso de fósiles no renovables (Shafiee & Topal, 2009).

Los biocombustibles derivados de la biomasa destacan como alternativa inmediata. La fermentación ABE (acetona-butanol-etanol) permite obtener etanol y butanol a partir de materias primas renovables, evitando la competencia con la seguridad alimentaria cuando se emplean residuos orgánicos o cultivos dedicados (R. Gupta, 2010). Investigaciones recientes muestran que catalizadores de bajo costo pueden convertir ABE en productos de alto valor con rendimientos comparables a los de metales nobles (Ketabchi et al., 2019). Los alcoholes, puros o como aditivos, son biodegradables, altamente solubles en agua y en hidrocarburos, gracias a su estructura, y presentan volatilidad e inflamabilidad favorables para su uso como combustible (Dawoud, 2007; Amarís, 2015).

El éxito del bioetanol en Brasil ilustra el potencial de estos biocombustibles. Desde la instauración del Programa Nacional de Alcohol en 1975, el país ha consolidado la caña de azúcar como fuente principal, alcanzando en 1985 un parque vehicular con 96 % de motores funcionando al 100 % con bioetanol (Moreira, 1999). Actualmente, Brasil aporta entre el 20 % y el 30 % de su matriz de combustibles con este biocombustible (Veza et al., 2019). Por su parte, el butanol atrae inversiones de grandes empresas: en 2005, DuPont y British Petroleum apostaron por su producción industrial vía fermentación ABE, aunque reconocen la necesidad de optimizar procesos para su escalado masivo (Bellido et al., 2018; Breitzkreuz, 2014).

En este contexto, las biorrefinerías adquieren relevancia como plataformas integradas que convierten biomasa en combustibles, materiales y productos químicos de calidad comparable a los del refinado petrolero convencional. Este enfoque promueve una economía circular y un desarrollo sostenible, entendido como aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones (Aresta, 2012; Cherubini, 2010; Herrmann, 2018; ONU, 1987).



CAMPUS DE LA UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

En América Latina, la producción de químicos a partir de fuentes renovables ha sido secundaria frente al bioetanol y el biodiesel. Brasil lidera la región gracias a su experiencia tecnológica y política pública, mientras que Paraguay ha registrado un aumento de 68 % en el uso de biocombustibles en las últimas dos décadas (Torroba, 2022). Recientemente, la empresa brasileña Omega Green (ECB Group) anunció la instalación de la primera planta regional de biocombustible avanzado en Paraguay, marcando un paso decisivo hacia la consolidación de la bioeconomía en el Cono Sur (Gómez, 2022).

8. Materiales y Métodos

✓ Metodología:

-Preparación de Catalizadores:

Basados en hidrotalcitas con diferente relación Mg/Al y, por tanto, con diferentes propiedades ácido-base.

-Las Caracterizaciones de los catalizadores:

Análisis estructural mediante difracción de rayos X, Análisis termogravimétrico para evaluar los cambios de fase que tienen lugar en la hidrotalcita y su efecto memoria, análisis de las propiedades texturales mediante fisisorción de N₂ a 77 K (superficies específica SBET y volumen/tamaño de poro), estudios de desorción a temperatura programada de NH₃ y CO₂ para evaluar los centros ácidos y básicos, -Realización de los ensayos actividad catalítica mediante un reactor batch diseñado para testear hasta un total de seis reacciones de forma paralela controlando temperatura y agitación de forma exhaustiva. Con objeto de analizar conversión, selectividad y rendimiento a productos, se hará uso de la cromatografía líquida (HPLC) y de la cromatografía de gases (GC-MS), respectivamente.

✓ Medios:

-Reactivos, material y equipamiento de laboratorio necesario para la síntesis de los catalizadores considerados.

-Equipamiento para la caracterización de los sólidos preparados: - Difractómetros de rayos X, realizados (DRX) a cada uno de ellos para el análisis estructural de los sólidos.

-Análisis termogravimétrico (TGA).

-Estimación del área superficial de las partículas de los catalizadores por el método de BET.

-Térmica Programada TPD para determinar cantidad de centros ácidos por desorción de NH₃ y centros básicos por desorción de CO₂.

-Espectrómetro infrarrojo con una celda DRIFTS



CAMPUS DE LA UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

-Equipamiento para la realización y seguimiento de las reacciones catalíticas: Reactores de tipo batch, equipos de cromatografía líquida HPLC y GC masa, etc.

9. Relevancia de la propuesta

El proyecto es altamente relevante debido a su gran impacto que podría conllevar en la sostenibilidad energética, la transición hacia una bioeconomía circular, muy utilizado hoy día, y la reducción del impacto ambiental del sector industrial y energético.

Es así que se podría citar:

a) El Impacto Ambiental y Contribución a la Economía Circular: Este producto permitiría reducir la dependencia casi exclusiva de las fuentes fósiles y se promovería alternativa renovable. Que traería una disminución de emisión de CO₂, un mejor aprovechamiento de la riqueza que son las biomásas que contamos en nuestra región y más aún nuestro País. Así también, se reduciría la contaminación del agua o suelo, al evitar la disposición ineficiente de subproductos industriales.

b) La Transición hacia Energías Renovables en las industrias energéticas: Este proyecto trata de desarrollar tecnologías catalíticas más eficientes para convertir la mezcla ABE en hidrocarburos con alto rendimiento, de esa manera obtener una mayor eficiencia en la conversión de biomasa en energía, compatibilidad con infraestructuras energéticas existentes, ya que este producto es similar a la nafta convencional-, facilitando su integración en mercados actuales. Reducción del costo de producción de biocombustibles, haciéndolos más competitivos frente a combustibles fósiles.

c) Innovación en Ciencia y Tecnología de Biorrefinerías: Este proyecto impulsa el desarrollo de catalizadores avanzados y que permiten a la conversión más eficiente y selectiva de la mezcla ABE en biocombustibles líquidos, a la reducción del consumo energético en los procesos de transformación es decir en las reacciones catalíticas y contribuye enormemente a la frontera del conocimiento en catálisis heterogénea que se aplica a la bioenergía, con un impulso de la investigación de tecnologías limpias y con alto valor agregado en productos obtenidos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

CAMPUS DE LA UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

d) Aporte legal y socioeconómica: Este proyecto impulsa el desarrollo de políticas públicas, incentivando la producción y uso de biocombustibles, promoviendo el cumplimiento de normativas ambientales, con la visión hacia una transición de fuentes energéticas más limpias, con mayores oportunidades de empleo en empresas del sector energético, tecnológico y agroindustrial, que van apartándose en el territorio nacional.

10. Plan del trabajo

Tiempo de duración en meses: 5

Inicio del proyecto: 01/JUNIO/2025

Finalización del proyecto: 30/OCT/2025

Resultado esperado	Actividades principales	Indicadores de éxito	Medios de Verificación	Supuestos/imponderables	Tiempo de ejecución (semana N°)
1.- Resultados observables que los catalizadores preparados y caracterizados exhiban propiedades físico-químicas, en función del porcentaje de magnesio incorporado	- Preparación y caracterización de catalizadores	-Catalizadores preparados y caracterizados eficientemente comparaciones con referencias de los anexos de espectros, curvas termogravimétricas y isoterma de adsorción. -Tabla comparativa de parámetros (área superficial, volumen de poro y distribución de tamaños)	-Informe de caracterización XDR, TDP, TGA y BET.	- Disponibilidad de reactivos y equipos. - Tiempo suficiente para ajustes iniciales. - Funcionamiento adecuado de los equipos de caracterización. - Interpretación precisa de los datos.	Semanas 1-2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

CAMPUS DE LA UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

2.- Resultados observables en lo científico y tecnológico alta eficiencia del proceso de la actividad catalítica.	-Variación de condiciones experimentales. -Repetición de experimentos :	-Ensayos de procesos catalíticos eficientes con las variables deseables: % de conversión y rendimiento de productos.	-Reporte experimental de rendimiento y selectividad en reactor batch, con gráficas de conversión versus tiempo. -Informe con métricas clave (conversión global, selectividad, tiempo de reacción óptimo) y desviaciones estándar.	- Disponibilidad de reactivos y equipos. - Tiempo suficiente para ajustes iniciales. - Funcionamiento adecuado de los equipos reactor batch en los ensayos de actividad catalítica. - Interpretación precisa de los datos.	Semanas 3-5
3.- Resultados observables en lo científico y tecnológico con una validación experimental visibles en los compuestos obtenidos como hidrocarburos, éteres o alcoholes superiores de C12-C14 con cromatografías HPLC y GC-MS.	-Inyecciones en cromatogramas HPLC y GC-MS.	-Eficiente identificación y cuantificación (área pico, % molar) de los productos.	-Informe de análisis que incluya cromatogramas HPLC y GC-MS.	- Disponibilidad de solventes cromatográficos y equipos cromatográficos HPLC y GC-MS. - Tiempo suficiente para ajustes iniciales. - Funcionamiento adecuado de los equipos cromatográficos HPLC y GC-MS. - Interpretación	Semanas 6-9



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

CAMPUS DE LA UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

				precisa de los datos.	
4.- Resultados en la integración del proceso en biorrefinerías existentes, alineada con esquemas de economía circular y reducción del impacto ambiental.	-Tabla de composición de mezcla de productos, con valores de conversión, selectividad y rendimiento.	-Eficiente estudio del análisis tecnoeconómico.	-Estudio de viabilidad técnica con diagrama de flujo de proceso integrado y propuesta de modificaciones de planta.	- Disponibilidad de equipos informáticos. - Tiempo suficiente para ajustes iniciales. - Funcionamiento adecuado de los equipos informáticos. - Interpretación precisa de los datos.	Semanas 10-13
Presentación de reporte técnico, presentación en workshop de investigación y evaluación de proyecto	-Elaboración de presentación de ppt,póster para el workshop.	-Presentación creativa y preciso con las informaciones relevantes que arroje la investigación	- Presentación en power point y póster y otros medios.	-Precisión y tiempo suficiente para la elaboración de la presentación.	Semanas 14-16
Análisis final y preparación del informe.	-Compilación y análisis de todos los datos. -Redacción del informe final.	-Informe final completo y detallado.	- Documento final entregado. - Presentación de resultados.	-Precisión en la compilación de datos. -Tiempo suficiente para redacción y revisión.	17-21



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

CAMPUS DE LA UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

11. Presupuesto

	Descripción del bien o servicio	Especificaciones básicas	Actividad	Subtotal Guaraníes
1	Financiación para Congreso.	Pasajes ida y vuelta y viáticos. Gastos de impresiones.	Presentación de trabajos, oral y poster.	3.500.000
2	Materiales.	Buretas de 25ml, Vasos precipitados de 50,100 y 250ml Micropipetas, punteras, frascos, viales para cromatografía	Ensayos en el laboratorio con reacciones.	1.500.000
3	Reactivos Químicos.	Patrones CG/MS. Solventes para cromatografía.	Ensayos en el laboratorio con reacciones.	2.000.000
4	Insumos de Laboratorios.	Guantes, jeringas de 3, 5, 10, 20 y 50 mL, globos, parafilm, EPI's (Equipos de Protección Individual), pipetas.	Actividades de laboratorio.	1.000.000
	Total			8.000.000

12. Estrategia de comunicación

Se buscará publicar en revistas científicas indexadas internacional o nacional como *Revista Investigaciones y Estudios-UNA* de la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica DGICT-UNA, FACEN u otras revistas. Presentaciones en Workshop de este proyecto FPUNA y en congresos como en Jóvenes Investigadores de la UNA, Semana de la Ciencia en FACEN, Sociedad Científica del Paraguay y otros que se realicen. Internacional como el Congreso de Ingenierías y Ciencias de las Tres Fronteras (UNILA).



13. Referencias bibliográficas

- Amarís, J. M. (2015). Biocombustibles líquidos en Colombia y su impacto en motores de combustión interna. una revisión. *El Reventón Energético*, 13 23–34. Obtenido de <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18273/revfue.v13n2-2015003>
- Aresta, M., Dibenedetto, A., & and Dumeignil, F. (2012). Biorefinery: From Biomass to Chemicals and Fuels, . 1st Edn. Boston, MA: De Gruyter.
- Billing, E. (2001). Butyl Alcohols. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. Wiley-VCH.
- Castro Martínez, C. B. (2012). Produccion de Biodisel y Bioetanol: ¿Una alternativa sustentable a la crisis energética? *Ra Ximhai*. 8(3b), 93– 100.
- Cherubini, F. (2010). *Energy Convers. Manag*, 51 (7), 1412–1421.
- Dawoud B., A. E. (2007). "Experimental investigation of an adsorptive thermal energy storage". *Int. J. Energy Res*. 31, 135–147.
- Gomez R, M. (2022). *La primera planta de biocombustible avanzado en Paraguay y la región: ¿Cómo será la producción y que beneficios traerá a la economía?*. Marketdata. <https://marketdata.com.py/educacion/economia-facil/la-primera-planta-de-biocombustible-avanzado-en-paraguay-y-la-region-como-sera-la-produccion-y-que-beneficios-traera-a-la-economia-87704/#:~:text=Omega%20Green%2C%20perteneciente%20a%20ECB%20Group%2C%20ser%C3%A1,producci%C3%B3n%20total%20de%2020.000%20barriles%20por%20d%C3%ADa.&text=La%20planta%20de%20Omega%20Green%20tendr%C3%A1%20una,producci%C3%B3n%20total%20de%2020.000%20barriles%20por%20d%C3%ADa>.
- Herrmann.S., I. E. (2018). 360 66-88.
- Huber, G., Sara, J., & Corma, A. (2006). *Chem Rev.* 2(106), 4044-4098.
- K. Breitkreuz, A. M. (2014). New process for sustainable fuels and chemicals from bio-based alcohols and acetone, *Biofuels, Bioprod. Biorefining*. 8 504e515. doi:<https://doi.org/10.1002/bbb>.
- Ketabchi, E., Pastor-Perez, L., Reina, T. R., & and Arellano-Garcia, H. (2019). Effective Catalysts and Process for ABE Upgrading. . *University of Surrey*, Patent number: GB1902718.4.
- Moreira, J. y. (1999). The alcohol program. *Energy Policy* , 27, 229.
- ONU. (1987). *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development (ed.), UN Documents Cooperation Circles.
- Poliakoff, M., & Licence, P. (2007). *Nature* , 450 (December), 810–812.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
FACULTAD POLITÉCNICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

CAMPUS DE LA UNA
SAN LORENZO-PARAGUAY

- R. Gupta, A. (2010). Demirbas, Gasoline, Diesel and Ethanol Biofuels from Grasses and Plants. *first ed., Cambridge University Press, Cambridge, England.*
- Shafiee, S., & Topal. (2009). *E. Energy Policy* , 37 (1), 181–189.
- T. Su, C. J. (2018). *Improving the lean performance of an n-butanol rotary engine by hydrogen enrichment,*. . Yang, Energ. Convers. Manage. 157 (2018) 96–102.
- Torroba, A. .. (2021a.). Biocombustibles líquidos: institucionalidad y formulación de políticas públicas (en línea). San José, Costa Rica. IICA. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/18566>.
- Torroba, A. (2022b.). *Atlas de los biocombustibles líquidos* (Vols. 2021-2022 (en línea).). San José, Costa Rica, : 2 ed. Orozco, R.IICA. . Obtenido de Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21328>
- W.R. da Silva Trindade, R. d. (2018). *1D modeling of SI engine using n-butanol as fuel: adjust of fuel properties and comparison between measurements and simulation,* . Energ, Convers. Manage. 157 (2018) 224–238.

Prof.MSc. Gerardo A. Alvarenga S.