



**CEMIE·BIO**  
alcoholes

Clúster “Biocombustibles Lignocelulósicos  
para el Sector Autotransporte”

del **Centro Mexicano de Innovación en  
Bioenergía**



# CENTRO MEXICANO DE INOVACIÓN EN BIOENERGÍA

## Investigación aplicada y desarrollo tecnológico enfocado en

- Reducir dependencia en combustibles fósiles
- Reducir emisiones de GEIs
- Contribuir a la seguridad energética nacional

( 2015-2030 Estrategia Nacional de Energía)

## Clústeres (inicio agosto 2016). Presupuesto inicial: 700 millones pesos

- Biocombustibles **Sólidos**
- Biocombustibles **Gaseosos**
- **Biodiesel**
- Bioturbosina
- **Bioalcoholes** “Biocombustibles Lignocelulósicos para el Sector Autotransporte”





## Objetivos (2021)



Desarrollar tecnologías de plataformas bioquímicas para producir:

Bioetanol 2G y 4G



Biobutanol 2G,  
biohidrógeno y  
biogas



a partir de:

Biomasa: Residuos **Agro-industriales**



Residuos de  
**maíz**



Paja  
**(trigo)**



Bagazo  
(caña y **agave**)



Diseñar biorefinerías llave en mano/modificaciones/adiciones para la producción de biocombustibles demostrando su viabilidad técnica y económica y sostenibilidad ambiental

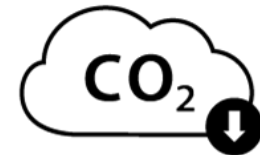
Motivaciones



Reducción dependencia  
combustibles fósiles



Seguridad  
energética



Reducción emisión  
GE's



Entrada a la  
bioeconomía



Convertirse en entidad auto-suficiente y líder en investigación y desarrollo tecnológico en biocombustibles líquidos

**10 Instituciones** (5 universidades publicas, 1 universidad privada, 3 centros de investigación, 1 fundación)

Miembros	Fin E1	Fin E2	Fin E3	Fin E4
Investigadores	27	28	31	37
Técnicos	19	31	13	21
Visitantes	9	5	0	4
Estudiantes	23	41	39	45
<b>Total</b>	<b>78</b>	<b>105</b>	<b>83</b>	<b>107</b>





**CEMIE·BIO**  
alcohols

## ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ASAMBLEA

### GOBIERNO

**SENER**  
SECRETARÍA DE ENERGÍA



**SAGARPA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

### SECTOR PRIVADO

Productores de Residuos Agroindustriales



**Xnax**  
"culpaf nada que ver"

Proveedores de Tecnología de Proceso

**HOKE**



**ST** Soluciones  
Tecnológicas

Usuarios a Gran Escala de Etanol

**GRUPO PEGASO**

## ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL GRUPO DIRECTIVO

### ACADEMA



### SECTOR PRIVADO



## Estado Actual

Technología para  
production

250 kg/día biomasa, 50l/día etOH  
(15,000 LPA)



## Siguiente etapa (2020) Piloteo

Biorefinería  
500-1000Kg/día  
120-240 L/día  
(150,000 LPA)  
etOH



## Objetivo corto plazo

Clúster como articulador  
tecnológico en México



Llave en mano



Addiciones



modificaciones/mejoras

Misma estrategia biobutanol 2G  
y bioetanol 4G



# Áreas

Biorefinerías de  
plataforma bioquímica

Gestión de **tecnología**



Caracterización de  
Agrosistemas, biomasa y  
residuos

Sostenibilidad y ACV

Diseminación de **resultados y  
entrenamiento**



# Biorrefinación de biomasa lignocelulósica (BLC)



# Líneas de Investigación Actuales

Línea de Investigación y/o Acción Estratégica		Línea de Investigación y/o Acción Estratégica	
L1	Características y disponibilidad nacional de materias primas	L7	Caracterización y aprovechamiento de lignina residual
L2	Pretratamiento	L8	Análisis de sustentabilidad y ACV
L3	Sacarificación enzimática	L9	Producción de bioetanol lignocelulósico 2G
L4	Fermentación alcohólica C6	L10	Producción de biobutanol avanzado 2G
L5	Tratamiento de aguas-biogás	L11	Producción de bioetanol lignocelulósico 4G
L6	Purificación	L12	Gestión de tecnología

**L9** Diseño conceptual para biorrefinerías bioetanol 2G

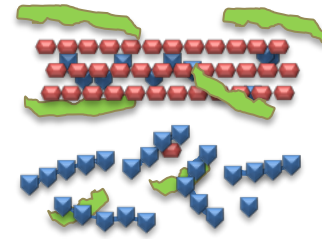
**L10** Idem para biobutanol avanzado

**L11** Idem para bioetanol 4G

**L8** Sostenibilidad de biorrefinerías bioalcoholes

**L8 ACV para toda la cadena de valor del bioetanol**





# Desarrollo de tecnologías de pretratamiento

### Pretratamientos explorados

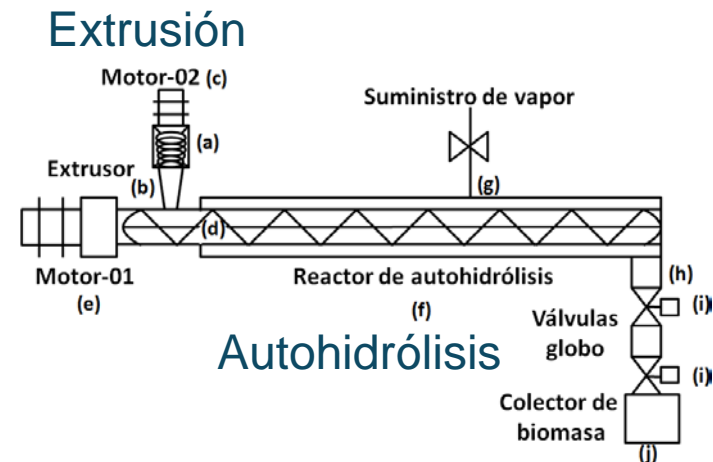
- Mecánicos (extrusión)
- Termoquímicos
  - Ácido
  - Base
  - Cocimiento a presión
  - Explosión de vapor
- Combinaciones

### Condiciones de operación para máxima recuperación de hemicelulosa

- Paja de trigo
- Rastrojo de maíz
- Bagazo de agave
- Bagazo de caña



### Reactor de pretratamiento tubular continuo



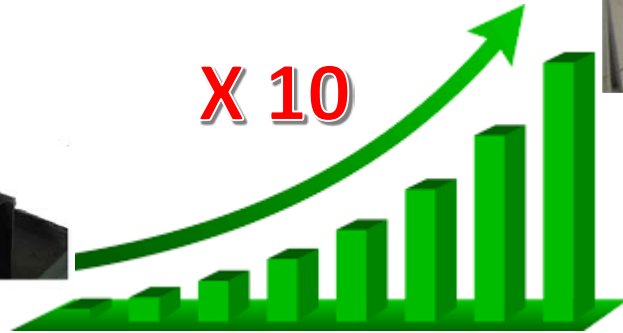
Explosión de vapor

Dos solicitudes de patente mexicanas

# Desarrollo de tecnologías de **pretratamiento**



**X 10**



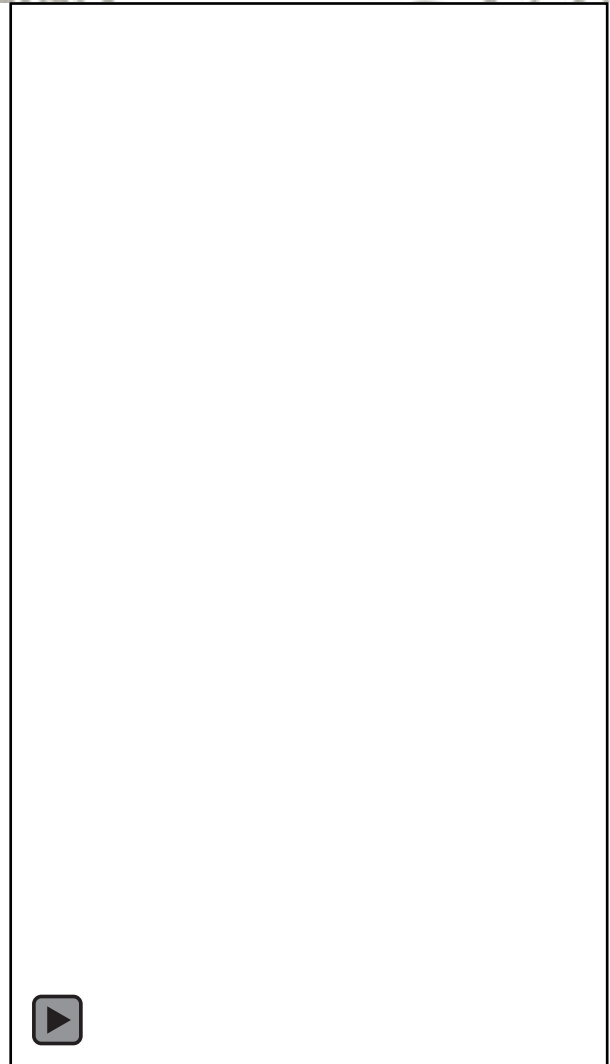
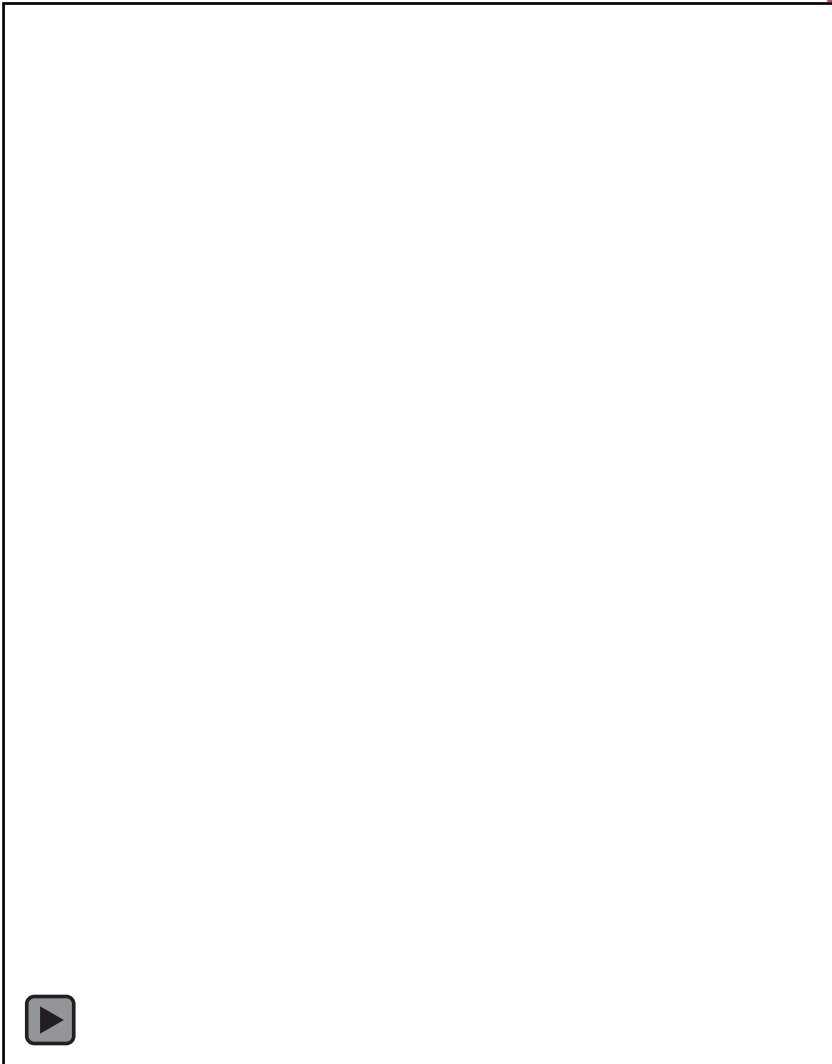
Reactores de pretratamiento tubular continuo 5kg/h y 50 kg/h



**CEMIE-BIO**  
alcoholes

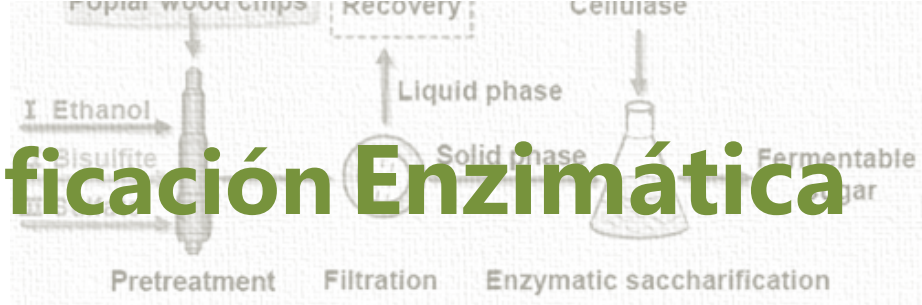


# Desarrollo de tecnologías de **pretratamiento**





# Sacarificación Enzimática



Implementación de condiciones de hidrólisis de PT en reactor de 3, 30 y 200 L (cargas 10 y 20% de sólidos).

## INFRAESTRUCTURA

Reactor 3 L



Reactor 30 L



Reactor 200 L

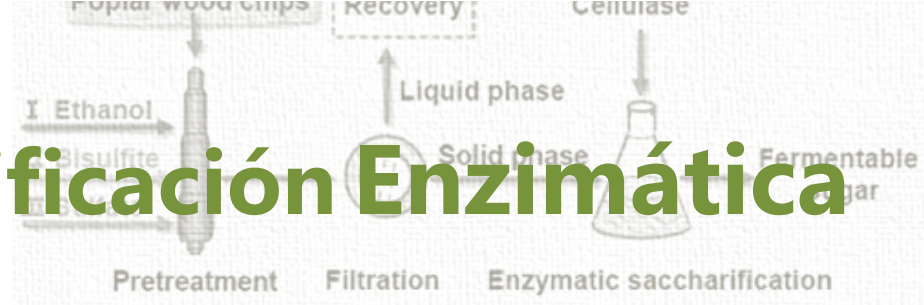






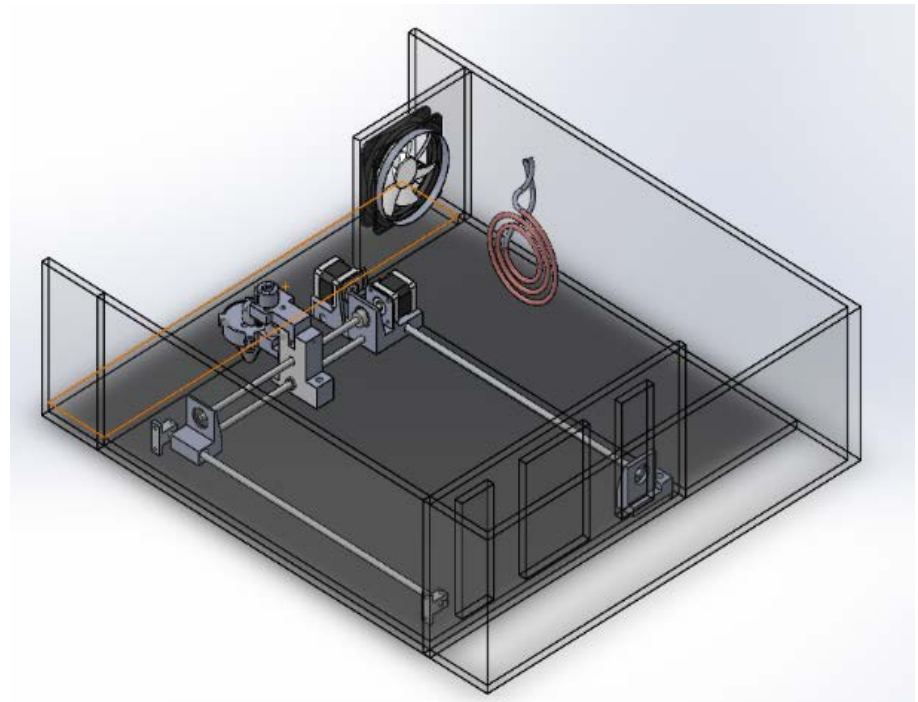
**CEMIE-BIO**  
alcoholes

# Sacarificación Enzimática



Desarrollo de **enzimas de sacarificación propias**

Construcción del sistema de monitoreo y control de reactor de charolas para producción de enzimas

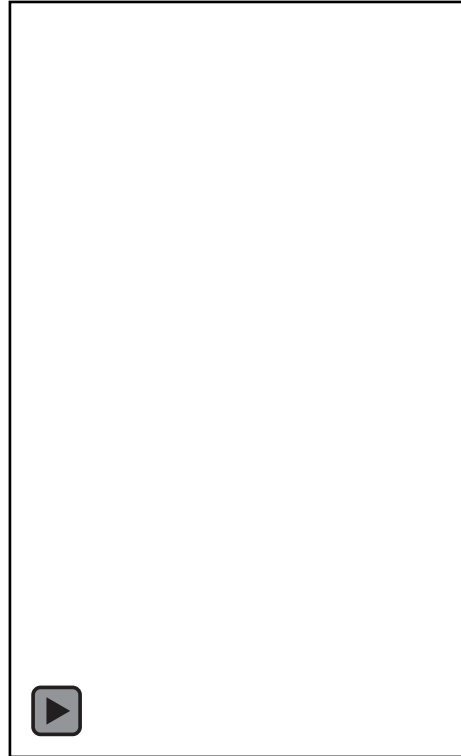
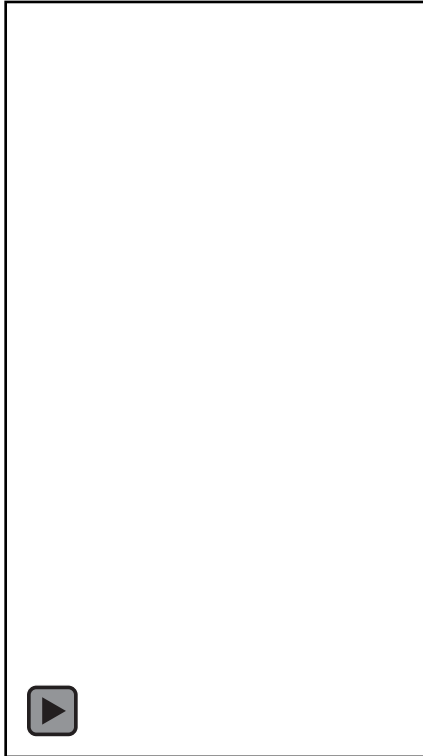




**CEMIE-BIO**  
alcoholes

# Fermentación alcohólica

Lotes 200 L @ 20%w/w



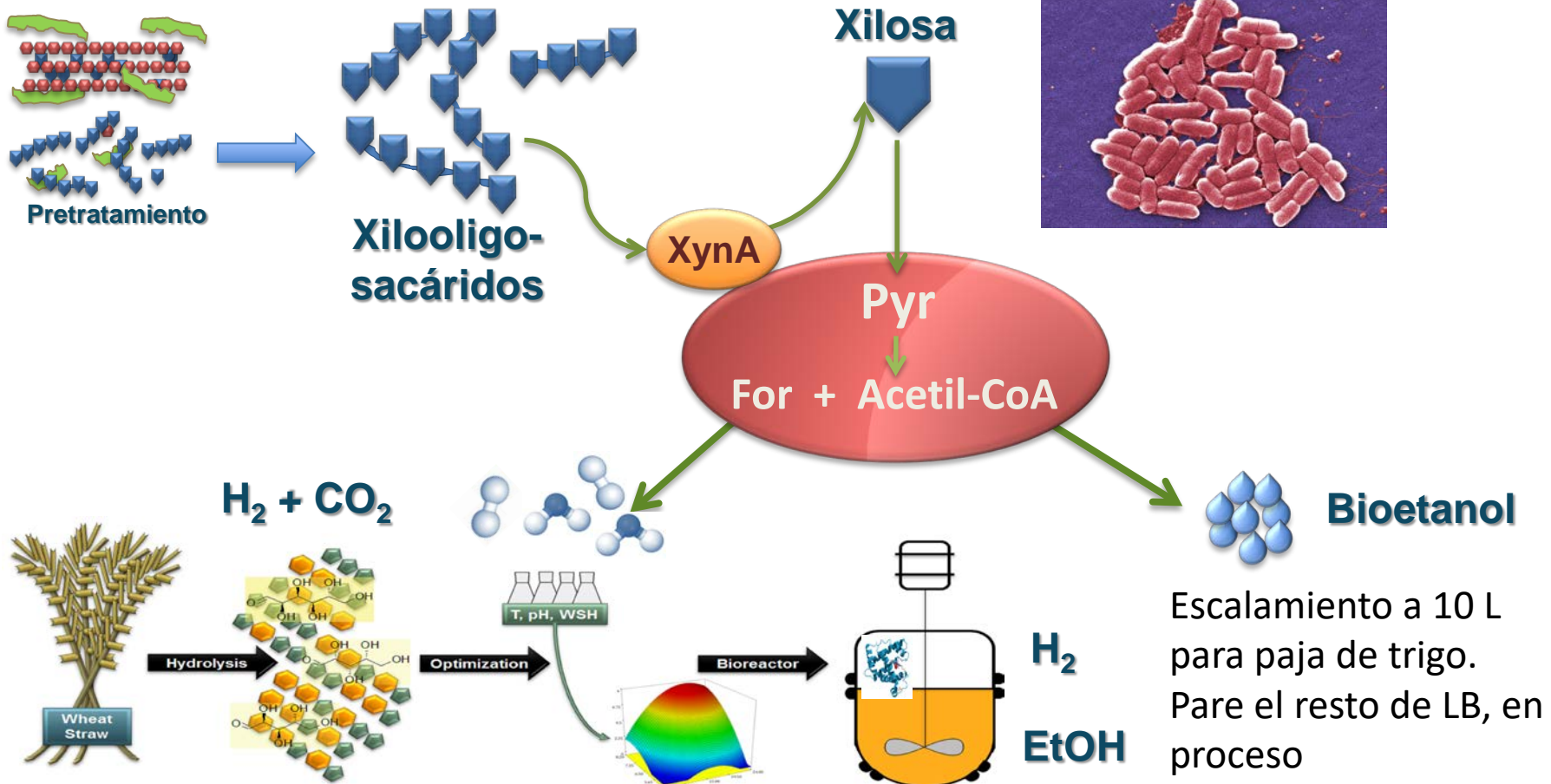
También desarrollo de levaduras propias para C5 y C6!



# Producción Bioetanol 4G



Co-producción de etanol e H<sub>2</sub> mediante **E. coli** modificada genéticamente





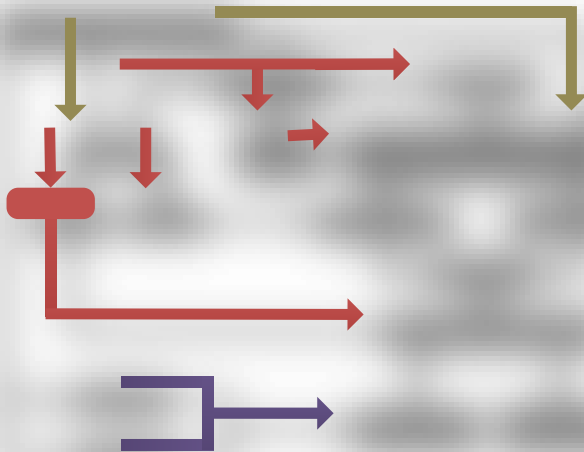
# Diseño Conceptual de Biorrefinerías

1. Producción de bioetanol 2G a partir de paja de trigo. Plataforma bioquímica, tecnologías continuas
2. Producción de biobutanol 2G a partir de paja de trigo. Plataforma bioquímica, tecnologías continuas
3. Producción de hidrógeno a partir de biomasa lignocelulósica. Plataforma bioquímica, tecnologías continuas
4. Revalorización de residuos de agave (bagazo y vinazas) para la producción de bioetanol 2G y electricidad
5. Producción de bioetanol 4G a partir de paja de trigo. Plataforma bioquímica, tecnologías continuas (en proceso)
6. Producción de bioetanol 1G y bioetanol 2G a partir de caña de azúcar
7. Módulos de aprovechamiento de CO<sub>2</sub>
8. Módulos de aprovechamiento de lignina
9. Módulos de separación

Todas con mínimo uso de agua y mínimas emisiones sólidas, líquidas y gaseosas



# L8. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD



**Biocombustibles  
y bioproductos**



**CEMIE-BIO**  
alcoholes

# LINEAS DE INVESTIGACION Y ACCIONES ESTRATEGICAS

Área  
1

Caracterización de Agrosistemas, biomasa y residuos



Dra. Idania Valdez Vázquez  
Caracterización de agrosistemas



Dr. Efrén Aguilar Garnica  
Usos de lignina residual



# LINEAS DE INVESTIGACION Y ACCIONES ESTRATEGICAS

Biorefinerías de plataforma bioquímica

Área  
2



Dr. Héctor Arturo Ruiz Leza  
Pretratamiento



Dr. Lorena Amaya Delgado  
Sacarificación automática  
Fermentación alcohólica



Dr. Héctor Hernández  
Purificación



Dr. Germán Buitrón Méndez  
Tratamiento de residuos  
y producción de biogás



**CEMIE·BIO**  
alcohóles

## LINEAS DE INVESTIGACION Y ACCIONES ESTRATEGICAS

Biorefinerías de plataforma bioquímica

Área  
2



  
Casa abierta al tiempo  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Unidad Cuajimalpa

Dra. Teresa López Arenas  
Producción Bioetanol 2G



  
INSTITUTO  
DE INGENIERÍA  
UNAM

Dra. Idania Valdez Vázquez  
Butanol Producción biobutanol 2G

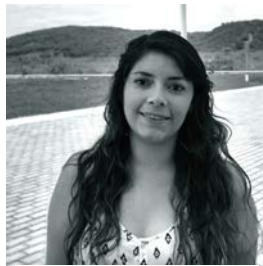


**CEMIE-BIO**  
alcoholes

## LINEAS DE INVESTIGACION Y ACCIONES ESTRATEGICAS

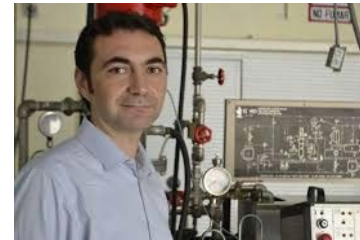
Área  
3

Sostenibilidad y ACV



**Cinvestav**  
UNIDAD GUADALAJARA

Ing. Gabriela Magaña  
Sostenibilidad y ACV



Dr. Julio Sacramento Rivero  
Sostenibilidad y ACV



**CEMIE·BIO**  
alcohóles

## LINEAS DE INVESTIGACION Y ACCIONES ESTRATEGICAS

Gestión de **tecnología**

Área  
4



Premio  
Nacional  
de Tecnología

Lic. Laura Cervantes Mancilla  
Gestión de tecnología



**CEMIE·BIO**  
alcoholes

# LINEAS DE INVESTIGACION Y ACCIONES ESTRATEGICAS

Área  
5

Diseminación de **resultados y entrenamiento**



Dra. Idania Valdez Vázquez  
Entrenamiento



Dr. Héctor Arturo Ruiz Leza  
Diseminación de resultados



# **CEMIE·BIO** alcoholes

**Centro Mexicano de Innovación en Bioenergía**  
Clúster de Biocombustibles Lignocelulósicos  
para el Sector Autotransporte

[arturo@gdl.cinvestav.mx](mailto:arturo@gdl.cinvestav.mx)

<https://cemiebioalcoholes.org>



cemiebioalcoholes



[@cemiebioalcohol](https://twitter.com/cemiebioalcohol)