



CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE YUCATÁN

# **PRI MER SI MPOS OESTATAL**

**ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO  
TECNOLÓGICO EN ENERGÍA RENOVABLE**

**Resumen de las Proyectos en Bioenergía en el CICY  
Dr. Inocencio Higuera  
10 de Noviembre, 2010.**

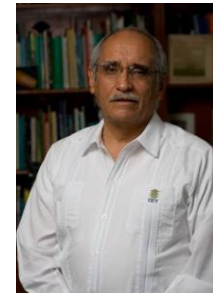
## Programa Institucional de Bioenergía (PIBE)

- 2004: Materiales para Sistemas de Energía
- 2005: Establecimiento del PIBE
  - Producción de biomasa
  - Producción de biocombustibles (biodiesel, bioetanol, biohidrógeno)
- 2006: Aprobación del PIBE por el Órgano de Gobierno
- 2007: Aprobación del Proyecto Estratégico para Laboratorio de Bioenergía.
- 2008: Aprobación de la Maestría en Energía Renovable por CONACYT.
- 2010: Creación de la Unidad de Energía Renovable.



## Investigadores participantes en el PIBE

- Dr Javier Mijangos (URN)
- Dr. Alfonso Larqué (URN)
- Dr. Enrique Castaño (UBBMP)
- Dra. Virginia Herrera (UBT)
- Dra. Blondy Canto ( UBT)
- Dr. Manuel Aguilar (UMAT)
- Dr. Luis F. Barahona (UMAT-UER)
- Dr Gonzalo Canché (UMAT)



## Investigadores participantes en el PIBE

- Dra Mascha Smit (UMAT-UER)
- Dr Luis Carlos Ordoñez (UMAT-UER)
- Dra Liliana Alzate (UMAT-UER)
- Dr. Victor Loyola (UBBMP)
- Dr. Roger Orellana (URN)



# MATRÍCULA EN POSGRADOS CICY



## RECURSOS NATURALES

24  
Doctorado

18 Maestría

## BIOTECNOLOGÍA

23  
Doctorado

27 Maestría

## BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR

27  
Doctorado

19 Maestría

**Matrícula 2010: 208**

**94 Doctorado**

**114 Maestría**



20 Doctorado  
21 Maestría



Maestría en Ciencias en  
**Energía  
Renovable**

29 Maestría

# LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN UER

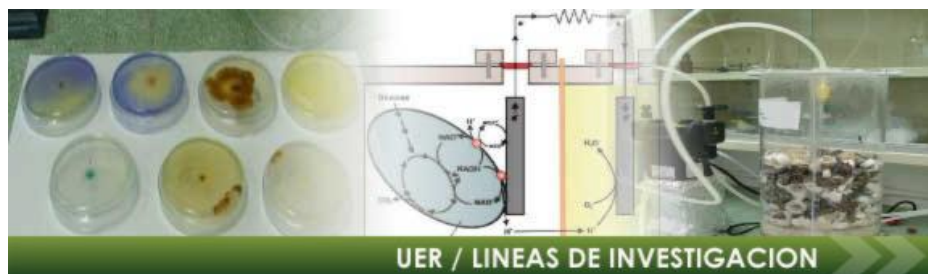
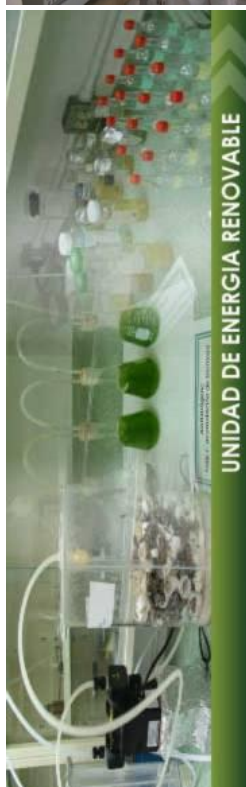


## 1. Biocombustibles.

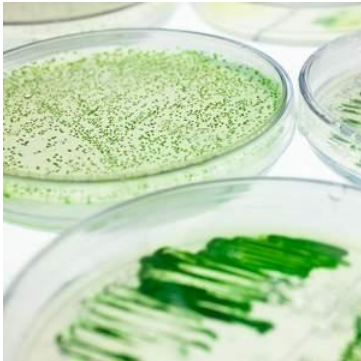
En esta línea de trabajo se realizan proyectos para la obtención de energía mediante la producción de biocombustibles a partir de compuestos orgánicos.

## 2. Tecnología del Hidrógeno.

Comprende los proyectos encaminados al desarrollo de procesos para la obtención y/o el aprovechamiento de energía proveniente del hidrógeno.



# LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN UBT



## BIOTECNOLOGIA DE COMBUSTIBLES ALTERNOS

• **Establecimiento de protocolos para la producción y procesamiento de biomasa residual usando enzimas y/o microorganismos**

- Microalgas
- Hongos lignocelulolíticos
- Cultivos agrícolas



# FINANCIAMIENTO EXTERNO 2010

| AGENCIA  |                                  | PROYECTO                                                                                                                                                                                   | MONTO         |
|----------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| CONACYT  | SECTORIAL                        | ESTUDIO DE LA ELECTRO-OXIDACIÓN DE ETANOL EN CATALIZADORES BIMETÁLICOS PTME (ME=SN.MO Y RU) SOPORTADOS EN CARBÓN, POLIPIRROL Y TITANIA                                                     | 585.562,50    |
| CONACYT  | CONAVI                           | ESCALAMIENTO Y SUSTITUCION DE UNA FOSA SEPTICA POR UN DISPOSITIVO GENERADOR DE ELECTRICIDAD A PARTIR DEL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA ORIGINADA EN UNA CASA HABITACION DE MERIDA | 489.000,00    |
| CONACYT  | FORDECYT                         | CREACION DE UN LABORATORIO DE ENERGIA RENOVABLE (LENERSE)                                                                                                                                  | 33.165.727,00 |
| CONACYT  | SECTORIAL                        | IDENTIFICACION DE UN CONSORCIO MICROBIAL Y DE LA VIA DE TRANSFERENCIA DEL ELECTRON AL ANODO PARA LA GENERACION DE ELECTRICIDAD A PARTIR DE AGUA RESIDUAL                                   | 650.000,00    |
| CONACYT  | SECTORIAL                        | SISTEMA DE ELECTRO-OXIDACION DE COLORANTES Y COMPUESTOS ORGANICOS NO BIODEGRADABLES PRESENTES EN AGUAS DE ORIGEN TEXTIL                                                                    | 591.032,00    |
|          |                                  |                                                                                                                                                                                            |               |
| TERCEROS | FUNDACION                        | PRODUCCION DE ENERGIA RENOVABLE A PARTIR DE RESIDUOS ORGANICOS AGRICOLAS                                                                                                                   | 250.000,00    |
| TERCEROS | FONDO PARA LA BIOMASA SOSTENIBLE | MEJORANDO LA SUSTENTABILIDAD DE LA CADENA JATROPHA-BIODIESEL EN LA PENINSULA DE YUCATAN.                                                                                                   | 250.000,00    |

**GRAN TOTAL = \$ 35.73 MILLONES DE PESOS**

# DOCTORADO INTER-INSTITUCIONAL EN ER

- El programa ha sido autorizado por el Órgano de Gobierno e iniciará en Septiembre 2011 y estará asociado a tres líneas de investigación:
  - energía solar y eólica;
  - tecnología del hidrógeno;
  - **bioenergía.**
- El alumno se inscribirá directamente en la institución donde realizará su trabajo de investigación, y esta será quien otorgue el grado; en el título aparecerán los logos de las instituciones participantes.
- Instituciones Participantes: CICY, Facultad de Ingeniería (UADY), Universidad de Quintana Roo, Instituto Tecnológico de Cancún y Universidad Autónoma de Carmen
- El CICY es el coordinador del programa ante el CONACYT para los primeros cinco años.

## Proyectos en Bioenergía

- 2005-2008:  
Dr. A Larqué / Ing. Abdo Magdub: Destilado alcohólico a partir de plantas adultas de henequén para producción "Sisal"
- Bioetanol como biocombustible
- 2007-2010:  
Dr Javier Mijangos y L. F Barahona  
Producción de biodiesel a partir de aceites vegetales: Jatropha, Thevetia, Microalgas



## Proyecto: Producción de biocombustibles a partir de residuos de plátano y henequén.

Responsables: Dra. Blondy Canto y Dr. Luis F. Barahona

### Objetivos:

Aprovechar los residuos para dar valor agregado a los cultivos.

Obtener etanol.

Establecer protocolos de sacarificación eco-amigables: pre-tratamientos ligeros y uso de enzimas para la sacarificación.

Sustituir el uso de enzimas comerciales por extractos enzimáticos de hongos nativos.



### Avances

Colección de > 60 cepas de hongos con actividad enzimática.

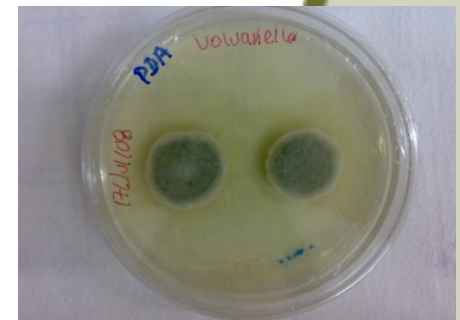
Identificación molecular de las cepas hiper-productoras.

Sacarificación de los residuos agroindustriales de plátano: combinación . pre-tratamiento químico y enzimas fúngicas producidas en el laboratorio:

Principal azúcar identificado: glucosa.

Fermentación con *S. cerevisiae*. Etanol: 30 g/L.

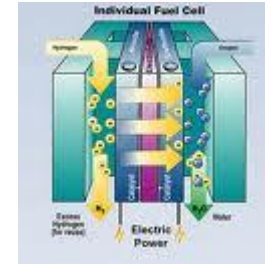
Sacarificación del bagazo de henequén: combinación pre-tratamiento químico y enzimas comerciales: 25 g/L de azúcares reductores.





# "Producción de energía renovable a partir de residuos orgánicos agrícolas".

**RESPONSABLE** Dr a. Lili ana Al zat e, Dr a. Mascha Smit .



## OBJETIVO

Desarrollar sistemas para el aprovechamiento de residuos agrícolas mediante su conversión en bio-hidrógeno y su uso en celdas de combustible.

## AVANCE

Se desarrolló un sistema de fermentación (digestión anaerobia) acoplado a una celda de electrólisis bio-catalizada, que permite producir bio-hidrógeno a partir de residuos orgánicos. Así mismo se está trabajando en el desarrollo de una celda de combustible, donde se convierte el hidrógeno en energía útil con una alta eficiencia y con cero emisiones. (Este proyecto es mitad bioenergía, mitad tecnología del hidrógeno).



# Mejorando la sustentabilidad de la cadena productiva *Jatropha*-Biodiesel en la Península de Yucatán

- **RESPONSABLES:** Dres. Mascha Smit, Felipe Barahona, Roger Orellana Lanza, Gonzalo Canché, Javier Mijangos.
- **OBJETIVO** Identificar tecnologías de aprovechamiento de los residuos orgánicos generados durante la cadena de producción de biodiesel a partir de aceite de *Jatropha curcas* en la Península de Yucatán.
- **AVANCE** Se está realizando un inventario de la cantidad y calidad de los residuos orgánicos generados durante el cultivo de la planta y la obtención del biodiesel y se está caracterizando dicha materia prima. Se ha realizado un inventario de tecnologías disponibles para el aprovechamiento de los diferentes residuos (de poda, fruta, torta de semilla). Se están revisando los criterios de sustentabilidad y su relación con las diferentes tecnologías de aprovechamiento de los residuos. Se iniciarán pruebas en laboratorio para la producción de biocombustibles a partir de los residuos.





## Mejoramiento genético de *Jatropha curcas* mediante técnicas biotecnológicas

- **Responsable:** Dr. Víctor M Loyola Vargas

- **Objetivo principal (a 5 años).**

El objetivo general de este proyecto es el de mejorar genéticamente a *J. curcas*.

- **Objetivos particulares**

Obtener protocolos eficientes de regeneración y escalamiento para *J. curcas*. Evaluar el germoplasma disponible en busca de características agronómicas de importancia. Identificar los agentes biológicos causantes de las principales enfermedades en *J. curcas*. Purificar las toxinas secretadas por fitopatógenos para usarlas en la selección de plantas resistentes a enfermedades. Caracterizar el comportamiento de las plantas regeneradas transferidas a campo. Caracterizar el contenido de triacilglicéridos durante el desarrollo de los frutos de *J. curcas*. Caracterizar el biodiésel producido a partir de aceite de semillas de *J. curcas*. Establecer protocolos eficientes y reproducibles para transformar *J. curcas*.

- **Avances**

- Hasta el momento se ha avanzado en los sistemas de propagación *in vitro*. Se cuenta con un protocolo eficiente para la producción de callos, suspensiones celulares, regeneración de plantas a partir de callos y se ha avanzado en la obtención de un protocolo de embriogénesis somática.



# Proyecto: Catalizadores para la síntesis de biocombustibles

**RESPONSABLE** Dr. Luis Carlos Ordóñez López

## **OBJETIVO**

Esta línea de investigación busca reducir el consumo de agua y catalizador en el proceso de trans-esterificación para la producción de biodiesel a partir de cualquier aceite vegetal.

Actualmente se busca el financiamiento para el desarrollo de una micro-planta de hidro-craqueo catalítico para la producción de bioturbosina.

## **AVANCE**

Se estudian catalizadores heterogéneos con características ácidas para la síntesis de Biodiesel. Se han estudiado óxidos mixtos  $\text{TiO}_2\text{-ZrO}_2$  sintetizados por el método sol-gel.



# Proyecto: Producción de biodiesel a partir de aceite de coco

**RESPONSABLE** Dr. Carlos Oropeza y Dr. Luis F. Barahona

## **OBJETIVO**

En este proyecto se estudia el potencial de 5 cultivares de cocotero para la producción de biodiesel

## **AVANCE**

En este proyecto se ha realizado la extracción del aceite a partir de la copra de los cultivares seleccionados, se han determinado los rendimientos, y se están estudiando las condiciones de reacción para la obtención de biodiesel. Se tiene contemplado la producción de biodiesel a nivel de reactor de 30L.



# Proyecto: Producción de biodiesel a partir de aceite de *Thevetia peruviana*

**RESPONSABLE** Dra. Elizabeth Parra (INIFAP) y participación del Dr. Luis F. Barahona

## **OBJETIVO .**

En este proyecto se extraerá el aceite de muestras de semillas de plantas que fueron cultivadas bajo diferentes condiciones para determinar su efecto en el rendimiento de aceite.

## **AVANCE**

Se han colectado las muestras e iniciado los estudios de rendimiento.



# Proyecto: “Identificación de un consorcio microbiano y de la vía de transferencia del electrón al ánodo para la generación de electricidad a partir de agua residual”

**RESPONSABLE** Dra. Liliانا Alzat e Gavi r i a

## OBJETIVO

- Identificar molecularmente las bacterias exo-electrógenas presentes en el ánodo de una cel da de combust i bl e m i c r o b i a n a t i p o PEM (Pr ot on Exchange Mem br ane).
- Identificar los diferentes compuestos químicos empl eados como medi adores ext er nos nat ur al es pr oduci dos por l as bact er i as para t r a n s f e r i r l os el ect r ones al a c e p t o r de el ect r ones f i n a l .
- Mediante pruebas de viabilidad conocer que porcentaje de microorganismos que están vi vos y cual es pueden ut i l i z a r s e como medi adores de el ect r ones.

## AVANCE

Pr oyect o en et apa i n i c i a l .



# Proyecto: "Biocatálisis del agua mediante el uso de hidrogenasas recombinantes".

**RESPONSABLE** Dr. Enrique Castaño.

## **OBJETIVO**

El objetivo del proyecto es la clonación y caracterización de hidrogenasas útiles para la producción de hidrógeno, utilizando hidrogenasas de organismos de la región.

## **AVANCE**

Se han logrado obtener diversas cepas de algas prometedoras para la producción de hidrógeno, al igual que los plásmidos de sobre expresión bacteriana.

Se determinó el método de purificación de complejos para generar una hidrogenasa activa. Sin embargo falta clonar nuevas hidrogenasas con mayor rendimiento y caracterizar mejor los sistemas actuales.



# Proyecto: "Microalgas verdes para la obtención de biocombustibles".

## RESPONSABLE

Dr a. M r g i n i a H e r r e r a (UBT), Dr . F e l i p e B a r a h o n a (UER) y el Dr . S a n t y P e r a z a (UBT),

## OBJETIVO

Esta línea de investigación se enfoca al uso de microalgas verdes como fuente de materia prima para la producción de biocombustibles. El objetivo principal es mejorar la acumulación de biomasa y lípidos en el cul t i v o de est a s m i c r o a l g a s .

## AVANCE

Hast a el m o m e n t o , se ha i d e n t i f i c a d o una cepa de l a e s p e c i e *C h l o r e l l a s a c c h a r o p h i l a* con un gran potencial como fuente de lípidos para bi o d i e s e l .

Por otro lado, se está ut i l i z a n d o a l a e s p e c i e *C . r e i n h a r d t i i* como un organismo modelo para el estudio de genes involucrados en el metabolismo de lípidos, con el obj e t i v o de m a n i p u l a r e s t e m e t a b o l i s m o para m e j o r a r su r e n d i m i e n t o . Hast a el momento se han identificado dos genes involucrados en la síntesis de glicerol y se está evaluando su potencial para mejorar el rendimiento de lípidos en est a m i c r o a l g a .



## Proyecto: “Evaluación de la potencialidad para producir bioetanol y forraje de sorgo dulce en el oriente de Yucatán”

### RESPONSABLE

Dr. Javier Mijangos, Dra. Daisy Pérez-Brito , Igor L.Peniche-Ruiz.

### OBJETIVO

Determinar si el sorgo dulce (*Sorghum bicolor* L.) puede ser un cultivo viable para la producción de bioenergía, así como desarrollarse en las condiciones agroecológicas de Yucatán, mediante la evaluación de producción y rendimiento de variedades (genotipos diferentes); así mismo, se buscará un doble propósito que es la generación de alimento forrajero para ganado bovino.

### AVANCE

Se ha evaluado un ciclo de cultivo primavera-verano 2010, en el cual se ha determinado que los mejores rendimientos de azúcares totales y reductores varían para cada una de las localidades. Se ha determinado que el mejor momento de cosecha de tallos para la extracción de jugos es a los 120 días después de la siembra y las variedades de mejor rendimiento son SD62 y M81E, ya que son las de mayor rendimiento de volumen de jugo por unidad de superficie y concentración de azúcares.



## • Proyecto: “Desarrollo de membranas para separar bioetanol y agua”

### **RESPONSABLE**

Dr. Manuel de Jesús Aguilar

### **OBJETIVO**

El proyecto contempla la preparación de membranas densas a base de co-polímeros hidrofílicos —Polióxido de etileno (PEO) y Poliacrilato de Sodio (PACNa) con la finalidad, de evaluar la capacidad de separación de agua/bioetanol que exhiben dichos co-polímeros para determinar la estructura con mayores posibilidades de lograr dicha separación, y posteriormente, examinarla a nivel piloto.

### **AVANCE**

Al momento se han preparado Membranas basadas en PEG y AcNa.

Se rediseñó una celda para per-vaporación.

Las pruebas de per-vaporación comenzarán en poco tiempo (un mes).