

Noviembre 20, 2011.

## **Segundo Reporte para el Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC) del proyecto:**

**“Producción de etanol en México a partir de la caña de azúcar y su efecto en la emisión de energía”, que forma parte del Proyecto “Biocombustibles en México: una alternativa para la reducción de la dependencia de los hidrocarburos y para la mitigación de los gases efecto invernadero”.**

**Por: Arón Jazcilevich y Javier Manríquez García**

### **I.-Desarrollo de la investigación**

Se realizaron simulaciones con GREET, del ciclo de vida del Ingenio Tamazula en el estado de Jalisco. El ciclo de vida abarca desde el abono de tierras, hasta la salida del alcohol de la planta (well to door). Los resultados se consideran finales para esta etapa y fueron obtenidos usando valores de parámetros recogidos en campo y en la literatura correspondiente.

Se invitó a la Dra. Christina Siebe Grabach del Instituto de Geología a colaborar en el proyecto para determinar balance de carbono en suelos ya que se amplían los objetivos del proyecto para analizar sustentabilidad.

### **II.- Trabajo de campo**

El grupo realizó una segunda visita al Ingenio Tamazula esta vez con la participación de la Dra. Siebe, ver Fig.1, y en conjunto con el grupo del Instituto de Ingeniería con la Maestra Inés Navarro. Se analizan suelos y se constató la instalación de generadores de electricidad para co-generar con la CFE 30 MW.

## Muestreo de suelo



Figura 1.- Toma de muestras de suelo en los campos de cultivo del Ingenio Tamazula.

Se visitaron las facilidades del Ingenio Tamazula para la producción mediante vermicultura de abono orgánico, ver Fig.2 y de criaderos de variedades, ver Fig.3.

## Compostas



Figura 2.- Formación de abono orgánico por vermicultura en el Ingenio Tamazula.

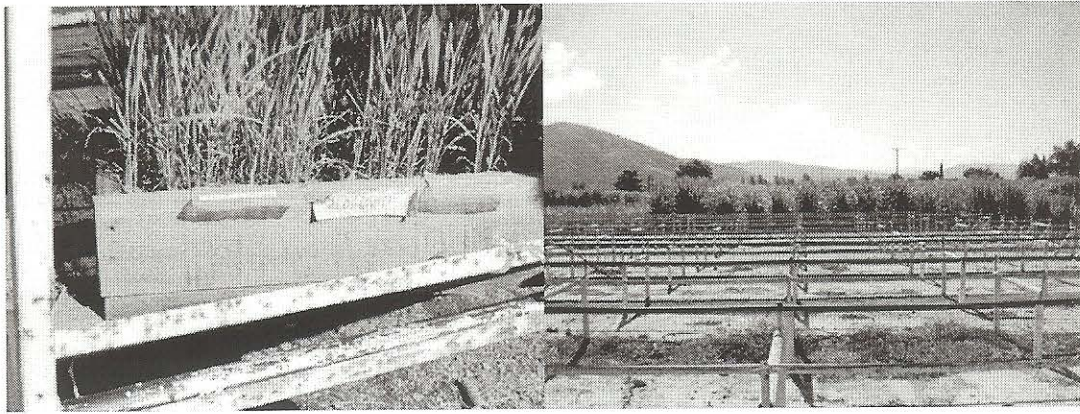


Figura 3.- A la izquierda, variedades de plantas de azúcar para mejorar producción y resistencia a plagas. A la derecha, las variedades son probadas y sujetas a pruebas.

### III.- Resultados

De implementar en Tamazula\_A los cambios necesarios para utilizar la generación de electricidad a partir de bagazo y convertirse en Tamazula\_B, la Fig. 4 muestra que por cada unidad de energía no-renovable que se utilice en la elaboración de etanol se obtienen entre 8 y 9 unidades de energía renovable. Esto sería el mismo caso que la literatura científica indica para Brasil.

#### Energía Total (%)

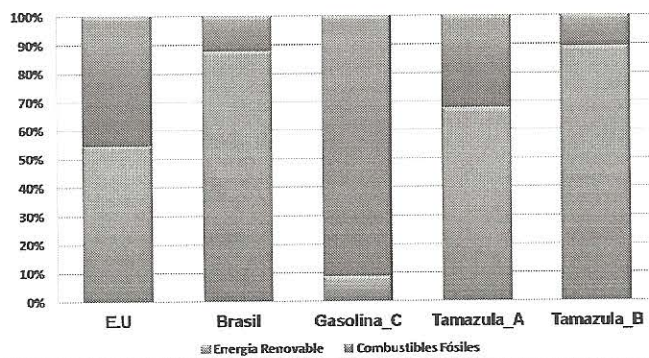


Figura 4.- Para los casos Brasil y Tamazula\_B, por cada unidad de energía no-renovable que se utilice en la elaboración de etanol se obtienen entre 8 y 9 unidades de energía renovable. Para el caso de gasolina convencional, se necesitan 9 unidades de energía no-renovable y una de renovable.

El consumo de energía por etapas de la producción se muestra en la Fig. 5. El mayor consumo es en el proceso industrial y el siguiente en la generación de electricidad.

## Consumo de Energía por Etapas

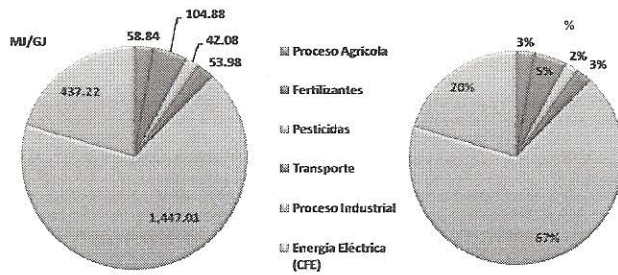


Figura 5.- Consumo de energía por etapas de la producción de etanol por azúcar en Tamazula.

Como se muestra en la Fig. 6 , el balance de emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> de GEI's resulta negativo para Tamazula\_B, equiparándose con el de Brasil.

## GEI (g/GJ)

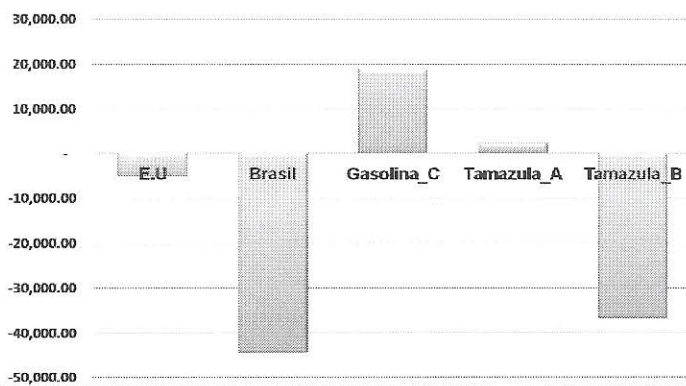


Figura 6.- Comparativo de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente de las diferentes opciones.

En la Fig. 7 se muestra que el emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV's) es mayor en la fabricación de etanol con azúcar que para todas las demás opciones.

## VOC (g/GJ)

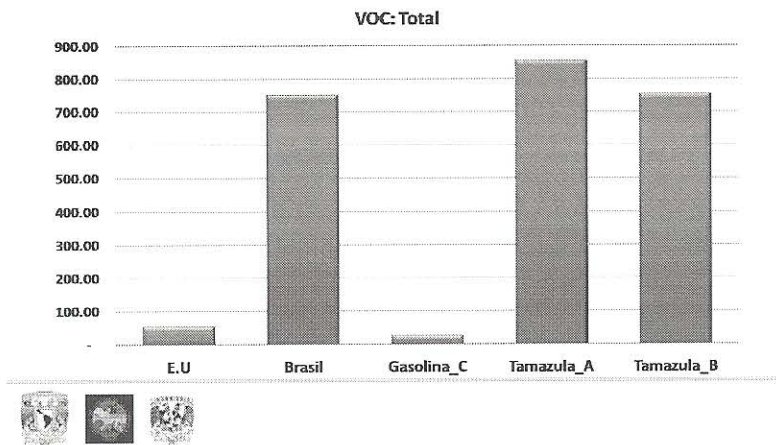


Figura 7.- Emisiones de compuesto volátiles orgánicos (VOC's) por la fabricación de etanol, comparadas con las demás opciones.

La fig. 8 muestra que la emisión de material particulado es mayor para la producción de etanol de azúcar que para las demás opciones. Esto se debe a la zafra mediante quema. Se reducen estas emisiones, si la zafra se realiza mecánicamente.

## PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>

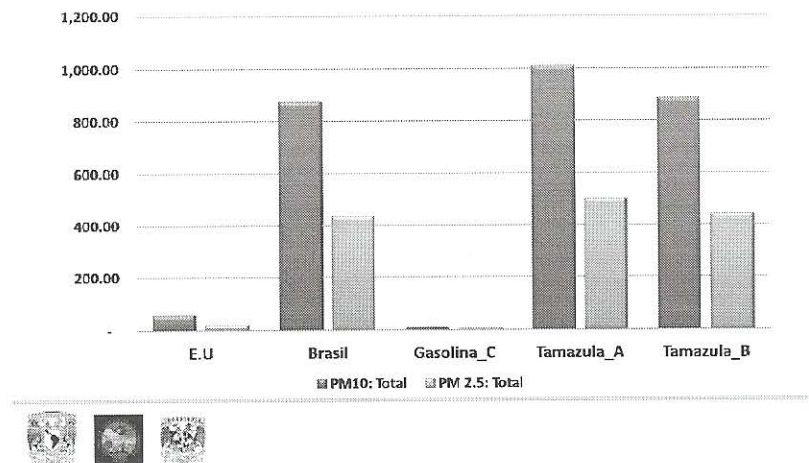


Figura 8.- Emisiones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> para las diferentes opciones.

#### **IV.- Presentaciones en foros académicos.**

Análisis de Ciclo de Vida para el Etanol: Caso de Estudio Ingenio Tamazula.  
Congreso Internacional sobre Biocombustibles 2011, WTC Boca del Río, Ver.  
México.

#### **VI. Avance de tesis**

La tesis **Análisis de Ciclo de Vida para el Etanol: Caso de Estudio Ingenio Tamazula**, para obtener el grado de Maestría en Ingeniería de Javier Manríquez ha sido revisada por el jurado y ya está lista. Se aguarda fecha de examen profesional por parte del posgrado correspondiente.


#### **VII.- Trabajo a Futuro**


Se ampliará el ACV a la etapa de transporte, haciendo una simulación con transporte terrestre, etano-ducto y ferroviario.

Se planean visitas a otros ingenios en el Estado de Puebla y Veracruz para realizar los estudios de ACV correspondientes.

Se investigará el balance de carbono en suelos en conjunto con el Instituto de Geología. Esto, aunado a la determinación de balance hídrico por parte del grupo del Instituto de Ingeniería, determinará la sustentabilidad del proceso de etanol por caña de azúcar para el (los) casos de estudio.

Atentamente:

  
Arón Jazcilevich Diamant  
Responsable del Proyecto  
Centro de Ciencias del al Atmósfera UNAM

  
Javier Manríquez García  
Becario

lunes, 28 de noviembre de 2011

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA**  
**SECRETARÍA ADMINISTRATIVA**  
**DEPARTAMENTO DE PRESUPUESTO**

Subproyecto PINCC "Biocombustibles en México: una alternativa para la reducción de la dependencia de los hidrocarburos y para la mitigación de los gases de efecto invernadero"

Fecha Creación	Folio Creación	Código o Cuenta	abono	cargo	Saldo
10/11/2010	CON/02/009479	CON10000725 31.01.311.02.722.0			\$ 100,000.00
31/01/2011	previo	BECA AURELIANO JAVIER MANRIQUEZ GARCIA		\$ 7,500.00	\$ 92,500.00
31/01/2011	previo	BECA AURELIANO JAVIER MANRIQUEZ GARCIA		\$ 7,500.00	\$ 85,000.00
31/01/2011	previo	BECA AURELIANO JAVIER MANRIQUEZ GARCIA		\$ 7,500.00	\$ 77,500.00
23/02/2011	CIE/04/011641	Práctica Escolar		\$ 4,400.00	\$ 73,100.00
04/05/2011	CIE/04/031685	BECA AURELIANO JAVIER MANRIQUEZ GARCIA ABR'10		\$ 7,500.00	\$ 65,600.00
04/05/2011	CIE/04/031688	BECA AURELIANO JAVIER MANRIQUEZ GARCIA MZO'10		\$ 7,500.00	\$ 58,100.00
04/05/2011	CIE/04/031689	Beca NADYA LOPEZ CANO ABR '10		\$ 2,000.00	\$ 56,100.00
04/05/2011	CIE/04/031692	BECA AURELIANO JAVIER MANRIQUEZ GARCIA FEB'10		\$ 7,500.00	\$ 48,600.00
18/05/2011	CIE/04/035569	BECA AURELIANO JAVIER MANRIQUEZ GARCIA		\$ 7,500.00	\$ 41,100.00
18/05/2011	CIE/04/035591	Beca NADYA LOPEZ CANO		\$ 2,000.00	\$ 39,100.00
24/05/2011	CIE/04/037628	Beca Miguel Ángel Cosío Mejía		\$ 2,000.00	\$ 37,100.00
27/05/2011	CIE/04/039229	Reembolso ploteo Dr. Arón		\$ 231.00	\$ 36,869.00
02/06/2011	CIE/04/041137	Reembolso compra de materiales Dr. Arón		\$ 468.80	\$ 36,400.20
20/06/2011	CIE/04/046361	BECA AURELIANO JAVIER MANRIQUEZ GARCIA		\$ 7,500.00	\$ 28,900.20
20/06/2011	CIE/04/046362	Beca NADYA LOPEZ CANO		\$ 2,000.00	\$ 26,900.20
29/06/2011	CIE/04/050646	BECA AURELIANO JAVIER MANRIQUEZ GARCIA		\$ 7,500.00	\$ 19,400.20
29/06/2011	CIE/04/050647	Beca NADYA LOPEZ CANO		\$ 2,000.00	\$ 17,400.20
03/08/2011	CIE/04/055040	Beca SAMUEL XICOTENCATL MIGUEL RICO JUN'11		\$ 2,600.00	\$ 14,800.20
03/08/2011	CIE/04/055041	Beca SAMUEL XICOTENCATL MIGUEL RICO JUL '11		\$ 2,600.00	\$ 12,200.20
04/08/2011	234.311.200	Creación de cuenta 234.311.200	\$ 80,000.00		\$ 92,200.20
22/08/2011	CIE/04/061002	trabajo de campo a Jalisco		\$ 23,200.00	\$ 69,000.20
23/08/2011	CIE/04/061467	BECA AURELIANO JAVIER MANRIQUEZ GARCIA		\$ 7,500.00	\$ 61,500.20
23/08/2011	CIE/04/061468	Beca NADYA LOPEZ CANO		\$ 2,000.00	\$ 59,500.20
					\$ 59,500.20

Elaboró

L.A. Pablo B. Cervantes Pérez  
 Jefe del Departamento de Presupuesto