



TRATAMIENTO ANAEROBICO DE VINAZA

Dr Faustino Siñeriz

CONICET- UNT

fsineriz@arnet.com.ar

SEMINARIO TALLER: CAPACITACION,
INFORMACION Y COMUNICACIÓN Y
TECNOLOGIAS PARA LA PRODUCCION LIMPIA

SEC DE AMBIENTE Y DESARROLLO
SUSTENTABLE – 29 Y 30 DE ABRIL 2009

Breve Historia de las propuestas de tratamiento anaeróbico de vinazas

- En 1978, año de la creación de PROIMI se encara el tratamiento anaeróbico de vinazas como alternativa viable al problema de la contaminación por residuos de destilación de alcohol.
- Se toma la idea UASB, como idea motora de las investigaciones
- En 1981 se publican los primeros resultados y el Dr. Gaetze Lettinga, de la Universidad de Wageningen, Holanda, creador del concepto UASB visita PROIMI en Tucumán y se establece una amistad que llega hasta hoy.
- En ese entonces se consigue apoyo (70.000 dólares) de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación para instrumentar el primer reactor piloto de vinazas en predio de Alcoegas en Santa Lucía. Alcoegas quiebra y el reactor piloto no pudo ser recuperado a pesar de las ingentes tratativas que se hicieron, incluyendo la época en que el diputado Díaz Lozano era administrador de la quiebra.

Breve Historia de las propuestas de tratamiento anaeróbico de vinazas

- Los avatares del incipiente programaalconafta de la provincia y de la industria azucarera en general durante la época de los 90. El desinterés de las empresas en las soluciones posibles y, posiblemente la incapacidad por parte nuestra de mantener un equipo de vendedores de tecnología activos durante todos estos años, hizo que las últimas investigaciones se hicieran hacia 1996, relacionadas con la puesta en marcha acelerada de reactores UASB (Producción de gránulos o barros granulares).

Breve Historia de las propuestas de tratamiento anaeróbico de vinazas

- Al comenzar la vigencia de la ley 23. 877 de innovación tecnológica también se hizo un intento de realizar una planta de tratamiento en conjunción con uno de los ingenios tucumanos. La legislación vigente indicaba que la empresa debía estar al día en sus impuestos y el proyecto cayó. Es interesante notar que el instrumento (Préstamos a empresas a 6 años y a mitad de tasa, 4 años de gracia) se convertía en subsidio si el proyecto no soportaba los indicadores de éxito colocados por la propia empresa.

Breve Historia de las propuestas de tratamiento anaeróbico de vinazas

- Desde 2004 en adelante, durante mi gestión como Secretario de Ciencia y Técnica de la UNT, colaboramos con la provincia en todo el programa de producción limpia, durante el cuál también se presentó la alternativa UASB en relación a la industria citrícola (Asociación Tucumana de Citrus) y frente a Ingenios.
- Con la Secretaría de Medio Ambiente de la Nación, y en presencia del Ing Montalván, a mediados de 2007, Propusimos que era tiempo de hacer un módulo demostrativo de 500 a 800 metros cúbicos para:
 - DEMOSTRAR EL CONCEPTO
 - DETERMINAR NUEVOS PARAMETROS DE APLICACIÓN A CAMPO (FERTIRRIGACION) CON LOS EFLUENTES PROVENIENTES DEL DIGESTOR UASB.
 - AJUSTAR EL USO DE AGUAS
- Esta propuesta no resultó encaminada, entre otras cosas, por los cambios políticos en la Secretaría de Ambiente de la Nación

Breve Historia de las propuestas de tratamiento anaeróbico de vinazas

- Mientras tanto realizamos dos pequeños proyectos financiados por COFECyT mediante PFIP-ESPRO 2008 para reponer en marcha el piloto de producción de gránulos (etapa en terminación en PROIMI) y obtener así efluentes para las experiencias de riego. El segundo se refiere a alternativas de tratamiento aeróbicos posteriores

Breve Historia de las propuestas de tratamiento anaeróbico de vinazas

- Durante este tiempo hay que destacar que la EAAOC realizó una serie de trabajos relacionados con la posibilidad de aplicar fertirrigación y de uso racional de energía (Ing Scandaliaris e Ing. Cárdenas, respectivamente).

Procesos de producción de alcohol de caña de azúcar

- Destilería asociada a ingenio
 - Molienda de caña
 - Extracción de jugo
 - Concentración y blanqueo
 - Centrifugación
 - Dilución
 - Fermentación
 - Destilación
 - Deshidratación
- Destilería autónoma
 - Molienda de caña
 - Extracción de jugo
 - Concentración
 - Fermentación
 - Destilación
 - Deshidratación

¿Qué es la vinaza?

- El alcohol se produce por la acción de levaduras sobre sustratos azucarados.
- Luego de la fermentación se llega a una concentración de alcohol de aproximadamente 10-12 %.
- Este "VINO" se destila obteniéndose el alcohol de 96° y un efluente denominado "VINAZA".
- Según sea la naturaleza del sustrato azucarado tendremos distintas "calidades" de vinaza.
- Así se distinguen vinazas de MELAZA o vinazas de MELADOS o de JUGO CONCENTRADO.

Aeróbico - Anaeróbico

- En los tratamientos aeróbicos las sustancias carbonadas de desecho se oxidan para llegar a Dióxido de Carbono y agua (CO_2 y H_2O) + BARROS
- En los tratamientos anaeróbicos se produce NO una OXIDACION sino una FERMENTACION y los productos son Dióxido de Carbono y Metano - BIOGAS (CO_2 y CH_4 .) + barros

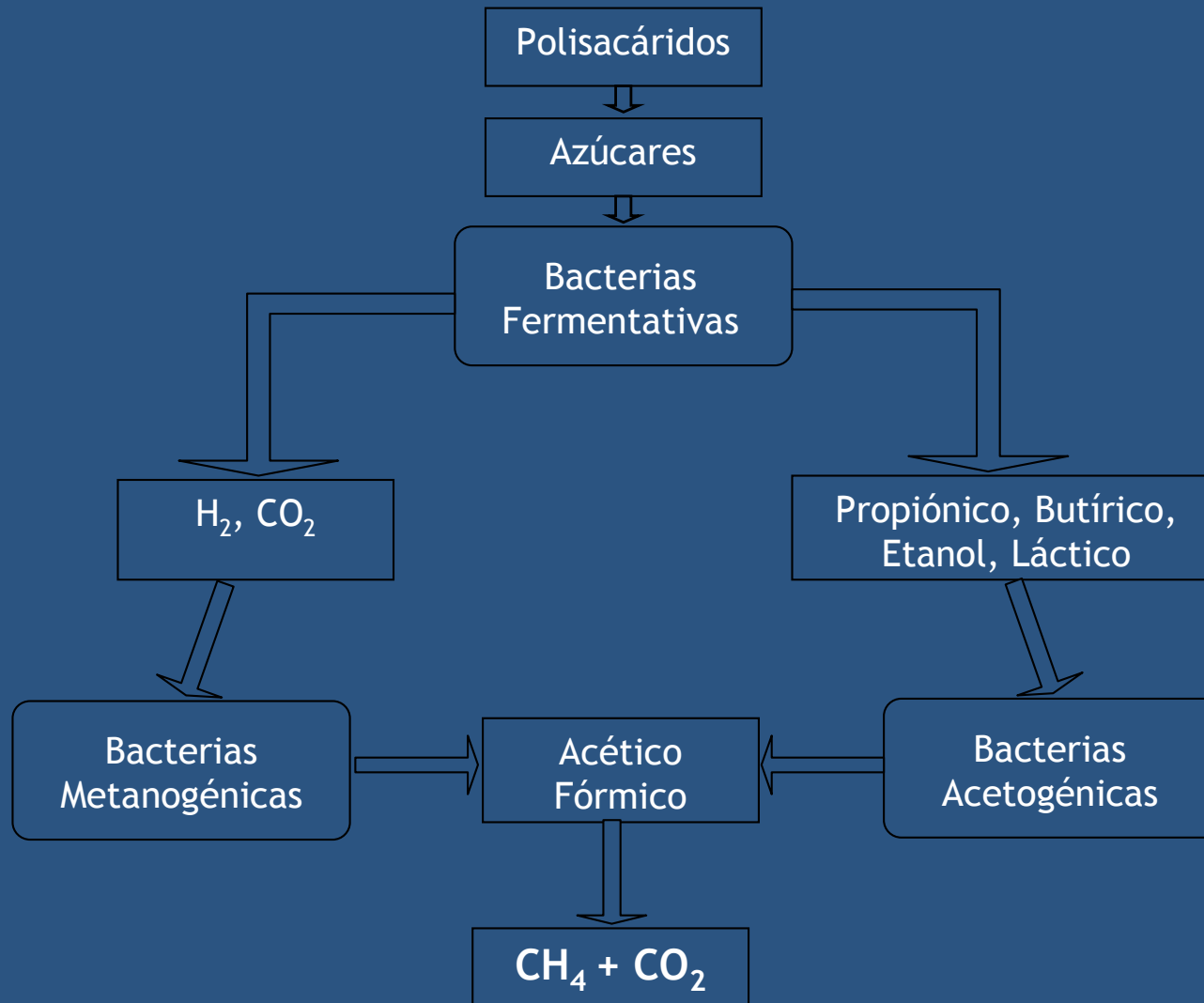
PRODUCCION DE BIOGAS

- El biogas es un fluido con aprox 60% de Metano (gas natural) y 40 % de dióxido de carbono – Sin purificación provée el 60% de las calorías generadas por quema de gas natural
- Permite la certificación de bonos de carbono
- Por cada tonelada de DQO transformada en un digestor anaeróbico es de esperar
 - Entre 340 y 450 metros cúbicos de biogas

SISTEMAS ANAEROBICOS

- Los microorganismos responsables de “comer” los desechos crecen muy lentamente.
- Si se utiliza un tanque agitado, la velocidad del tratamiento estará dada por la velocidad de crecimiento de los microorganismos = MUY LENTO.
- Para separar la velocidad de tratamiento de la velocidad de crecimiento de la microflora responsable, hay dos soluciones: Se inmoviliza o se Recicla.
- El sistema UASB es la combinación de las dos soluciones: se recicla biomasa inmovilizada en GRANULOS – Sin soporte adicional!!!!!!!

Poblaciones microbianas complejas necesarias para descomponer la materia orgánica de la vinaza para producir Biogas



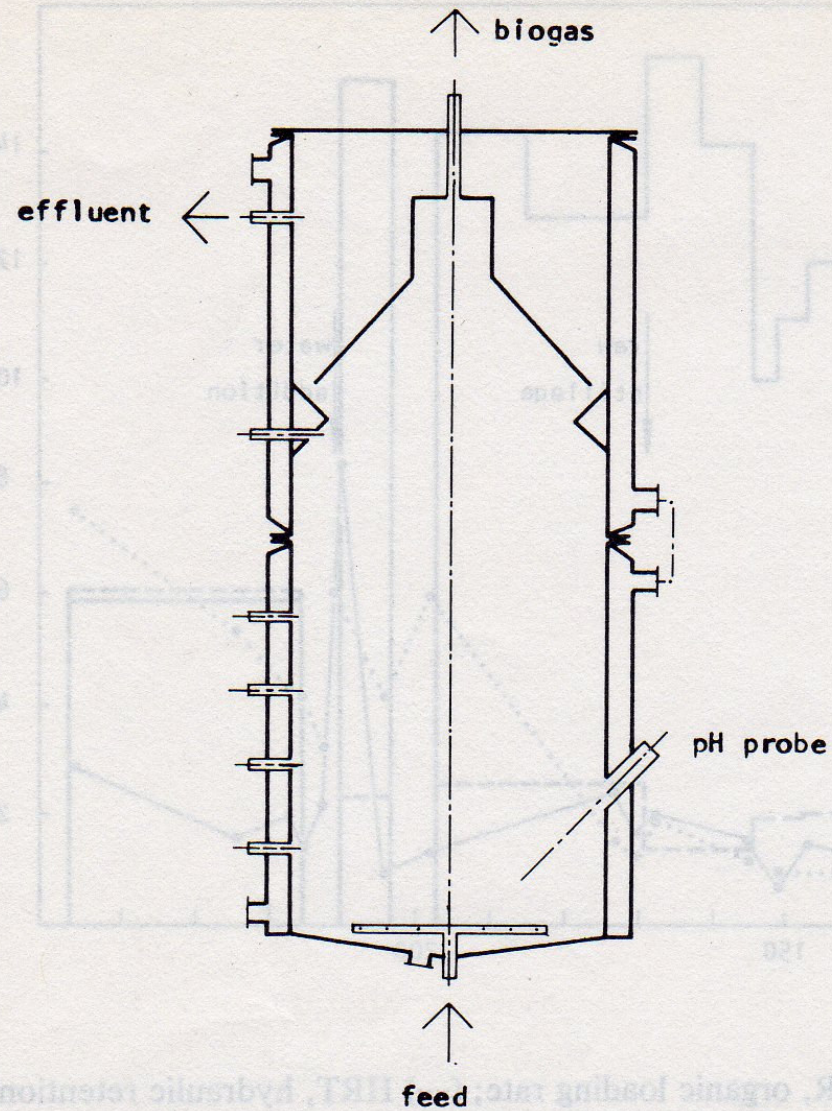


Figure 1. Scheme of the UASB reactor; construction details are given in the text.

Sánchez-Riera F, Cordoba P and **Siñeriz F. 1985.** Use of the UASB reactor for the anaerobic treatment of stillage from sugar cane molasses. *Biotechnology and Bioengineering* 27: 1710-1716

PERFORMANCE DE UASB

- Condiciones de manejo
 - Temperaturas entre 30 y 35 grados
 - pH aprox 7,2 (Por desprendimiento de CO₂, se puede utilizar vinaza sin neutralizar. Se controla el pH interno mediante un tanque de ecualización).
- Paradas
 - Hemos estudiado los períodos de parada, soportando más de 6 meses en condiciones determinadas
- Efluente
 - Conserva prácticamente todos los nutrientes y sale a pH neutro
- Eficiencia
 - Entre 70 y 80% remoción DQO
 - Entre 85 y 90 % remoción de DBO

Datos comparativos aproximados

Alcohol	120.000 litros/día
Vinaza	1200 metros cúbicos/día
Concentración vinaza de melaza	80 Kg DQO/m ³
Concentración de vinaza de melados	30 Kg DQO/m ³
Velocidad de carga orgánica	10 - 15 Kg DQO/m ³ /día
Eficiencia de remoción DQO, DBO	70% (DQO), 90% (DBO)
Concentración efluente (melaza)	24 Kg DQO/m ³
Concentración de efluente (melados)	8 – 10 Kg DQO/ m ³
Producción de biogas	3.550 m ³ /día
TRH (melazas)	6 días
TRH (melados)	Aprox. 3 días

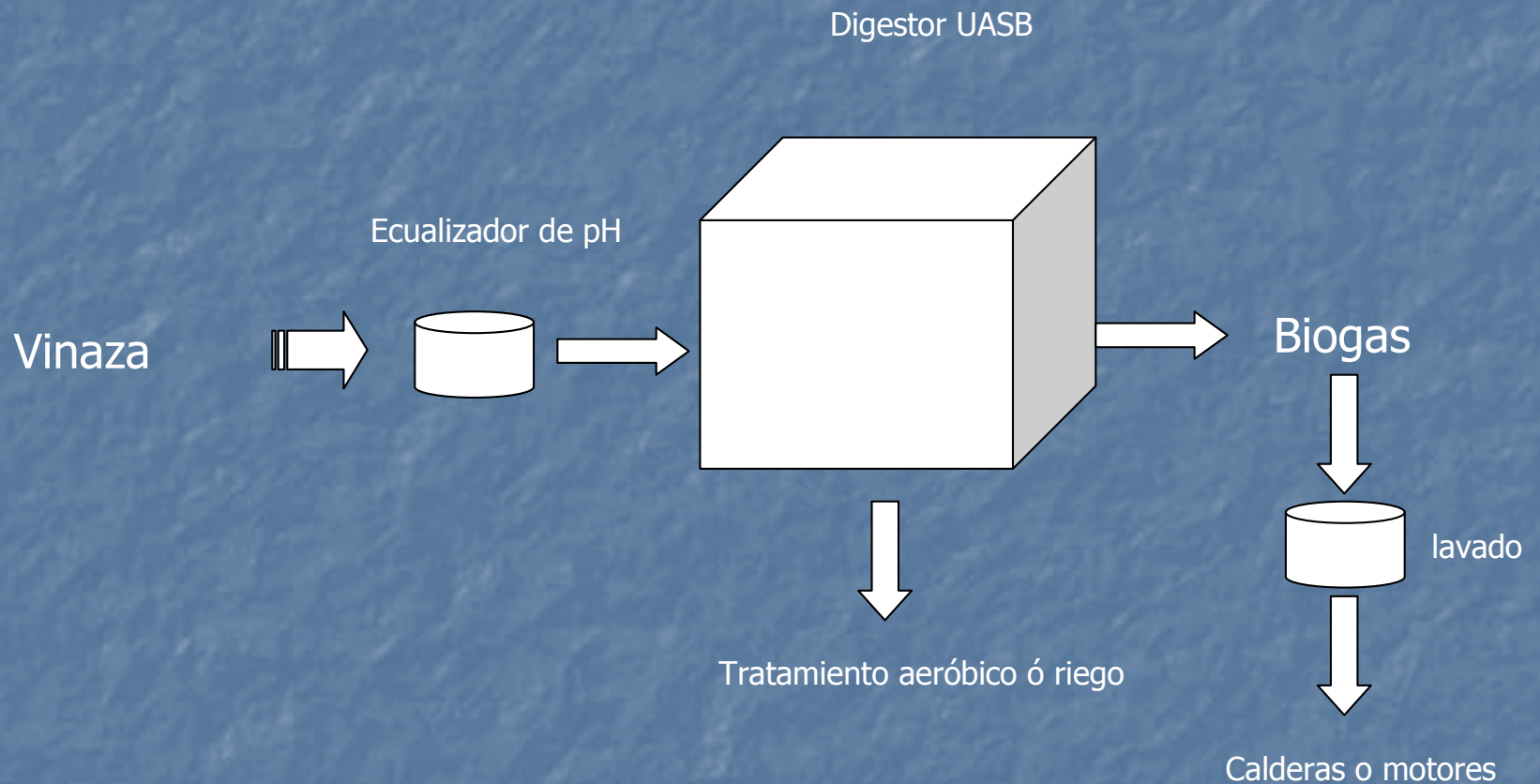
Composición química de vinaza procedente de distintos mostos

	De Melaza Brasil	De Melaza Tucumán	De jugo (Brasil)
Sólidos tot (mg/l)	81.000	100.000	24.000
Cenizas (mg/l)	21.000	35.000	4.000
DQO (mg/l)	65.000	85.000	20.000
Potasio (mg/l K₂O)	4.000 – 7.000	14.000 – 21.000	1.200 – 2.100
Calcio (mg/l CaO)	450 – 5.000	1.200 – 2.100	130 – 1.500
Sulfato (mg/l SO ₄)	6.500	4.500 – 6.500	600 - 750

DATOS ESTIMATIVOS PARA EL TRATAMIENTO ANAEROBICO DE VINAZA DE MELAZA DE UNA DESTILERIA TIPO

Producción de alcohol	120.000 L/día
Producción de vinaza	1.200 m ³ /día
Concentración de la vinaza	80 kg DQO / m ³
Velocidad de carga orgánica	15 kg DQO / m ³
Tiempo de retención hidráulico	5.33 días
Volumen de digestores	6400 m ³
Eficiencia de remoción de DQO	70 %
Concentración del efluente	24 kg DQO / m ³
Productividad de biogás	0.37 m ³ / kg DQO alimentado
Producción de biogás	35.500 m ³ / día
Contenido de metano	60 %
Poder calorífico	5600 kcal / m ³
Energía producida	2.10 ⁸ kcal / día

Esquema simplificado del sistema



Propuesta

- Construcción de un módulo de 800 – 1000 m³ con tecnología propia (No es tecnología patentada – hay algunas marcas registradas y know how)
- Éste módulo servirá en el futuro como sistema de optimización para los que sigan
- Definiciones de postratamiento
- Independencia del exterior
- Oportunidad de venta de nuestra propia tecnología

Colaboradores

■ Anteriores

- Ing. Pedro Córdoba
- Dr. Héctor Díaz
- Dr. Fernando Sánchez Riera

■ Actuales

- Dr. Ricardo Fitsimons
- Dr. Alejandro Francese
- Ing. Nora Perotti
- Dra. María Esther Lucca

Propuesta

- Lo más importante es sumar y no restar. En cada caso hay que evaluar cual es la mejor solución.

Propuesta 2

- Para que no nos encontremos otra vez con 30 años de atraso en la implementación:
 - Desarrollar investigaciones sobre el modelo del complejo azucarero-alcoholero como productor integrado de alimentos, energía y productos químicos

Muchas gracias

Lista parcial de publicaciones sobre el tema

- **Siñeriz F et al. 1980.** A fluidized bed reactor for the production of Methane from sugar cane Bagasse. Vth International Fermentation Symposium at London, Ontario, Canada
- Sánchez-Riera F, Córdoba P, **Siñeriz, F** y Callieri DAC. **1981.** Anaerobic treatment of stillage from sugar cane molasses. Iínd Intl Symposium, Travemunde, Germany
- Sanchez-Riera F, Valz-Gianinet S, Callieri DAC and **Siñeriz F. 1982.** Use of a packed bed reactor for anaerobic treatment of stillage of sugar cane molasses. Biotechnology Letters 4: 127-132
- **Siñeriz F.** Microbial fuel production. **1982.** Impact of Science in Society. 32:169-177.
- Córdoba P, Sanchez-Riera F, **Siñeriz F. 1982.** Possibilities of Energy in Alcohol Distilleries of Argentina. Energy Conservation. Seminar Proceedings. Trinity College, Oxford, September 6 a 8.
- Sánchez-Riera F, Cordoba P and **Siñeriz F. 1985.** Use of the UASB reactor for the anaerobic treatment of stillage from sugar cane molasses. Biotechnology and Bioengineering 27: 1710-1716
- Cordoba P, Sanchez Riera F and **Siñeriz F. 1988.** Temperature effects on upflow anaerobic filter performance. Environmental Technology Letters 9: 769-774
- **Siñeriz F. 1989.** Report on the use of biomethanation in Argentina. MIRCEN Journal 4: 143-149
- CórdobaP and **Siñeriz F. 1989.** Characteristics of Packings for use in anaerobic filters. Environmetntal technology letters 11:213-218
- Francese A, Duran J and **Siñeriz F. 1990.** Puesta en marcha de reactores anaeróbicos tipo UASB. XXII Congresos AIDIS. San Juan de Puerto Rico. **Primer Premio**
- Francese, A., J. Duran y F. Siñeriz. 1990. **Puesta en Marcha de Reactores Anaeróbicos tipo UASB.** *Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental* Nro. 3, pp. 37-40, Diciembre 1990.
- Francese, A. y F. Siñeriz. 1993. **Puesta en Marcha de Reactores UASB - Granulación. Tratamiento Anaerobio.** III Taller y Seminario Latinoamericano "Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales". Montevideo, Uruguay, 25 - 28 de Octubre de 1994. pg 145 -154.

Cursos de posgrado

- 1984
 - Profesor visitante en la Universidad Católica de Valparaíso para dictar los temas de **Cultivos Continuos y Fermentaciones Anaeróbicas (UASB)** en el Curso Latinoamericano de Biotecnología, realizado entre el 13 y el 25 de agosto en Valparaíso, Chile.
- 1994 en adelante
 - Biotecnología Aplicado al Medio Ambiente
PROIMI BIOTECNOLOGÍA todos los años
- 2005 en adelante
 - Maestría Interdisciplinaria en Gestión Ambiental – Facultad de Ciencias Naturales y Miguel Lillo – Tratamiento anaeróbico de efluentes de agroindustrias y dirección de tesis de maestría (en curso)

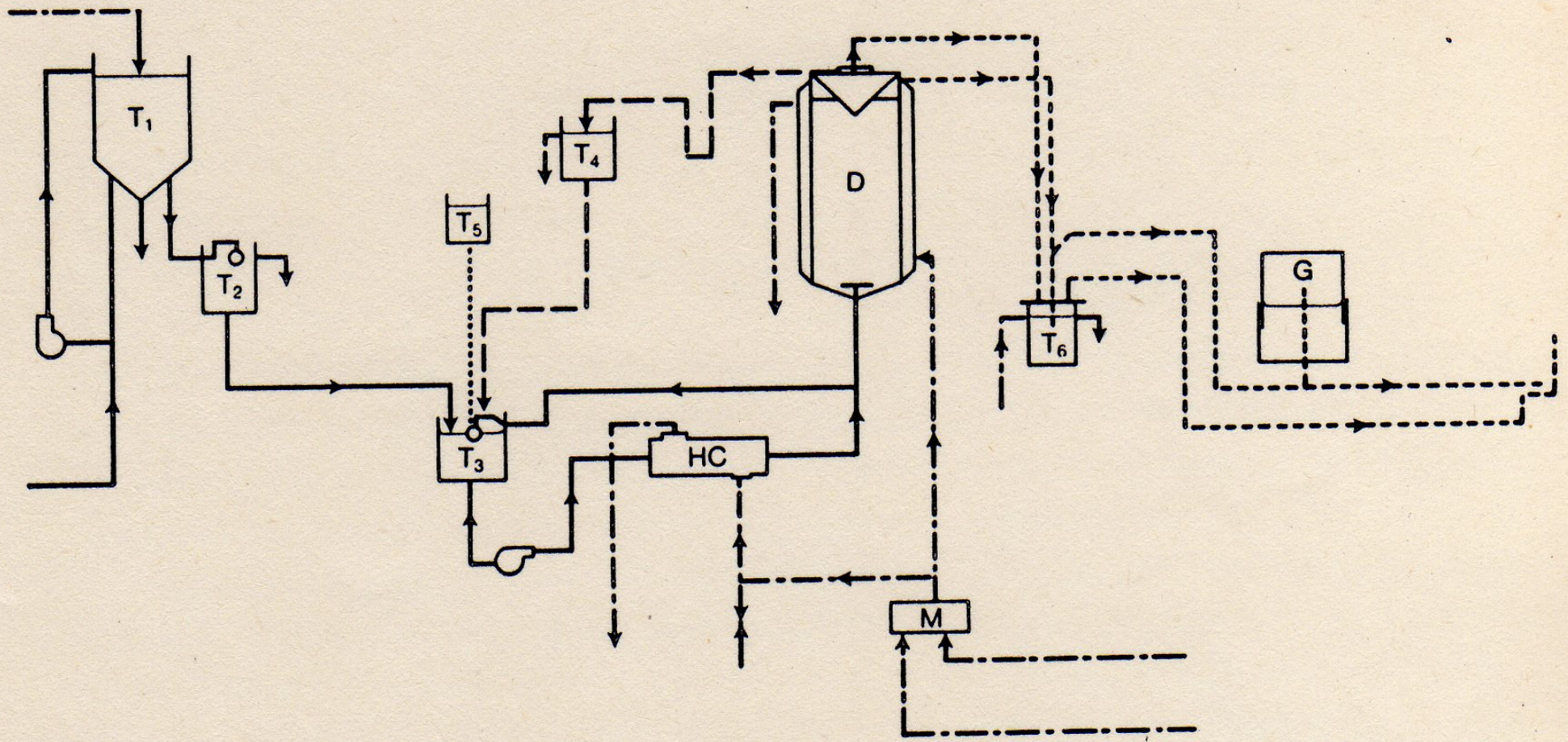


Fig. 10.2. Flowsheet of a pilot plant for the anaerobic treatment of stillage. D, digester; G, gasometer; HC, heat exchanger; M, water temperature regulator; $T_{(i)}$, mixing and holding tanks. (—) stillage; (— · —) water; (— · · · —) gas; (— — —) effluent; (· · · · ·) alkali.

Siñeriz, F. 1987. Alcohol production: anaerobic treatment of process waste water and social considerations. In *Microbial Technology in the Developing World* (Ed. DaSilva, E., Dommergues, Y. R., Nyns, E.J. and Ratledge, C.), pp. 226-237, Oxford Science Publications, Oxford.



Santa Lucía - 1984

SITUACION ACTUAL EN ARGENTINA

- En la actualidad El alcohol se produce por la acción de levaduras sobre sustratos azucarados.
- Luego de la fermentación se llega a una concentración de alcohol de aproximadamente 10-12 %.
- Este "VINO" se destila obteniéndose el alcohol de 96° y un efluente denominado "VINAZA".
- Según sea la naturaleza del sustrato azucarado tendremos distintas "calidades" de vinaza.
- Así se distinguen vinazas de MELAZA o vinazas de MELADOS o de JUGO CONCENTRADO.

Situación en Argentina en combustibles líquidos

- Consumo de combustibles líquidos para transporte: 17 a 18 mi m³/año. De este total, aprox. 7-8 Mi corresponden a naftas
- 5% de esta cantidad de naftas es alrededor de 400.000 m³ de etanol
- Producción actual: aprox. 200.000 m³

Tucumán y los biocombustibles



Coordinación CONICET,
EEAOC

Desarrollo de nuevas
variedades de caña

Optimización del sorgo sacarífero
Nuevos sistemas de tratamiento
de residuos
Nuevas fuentes

Producción de energía
energética de
biogás y destilerías

Integración y generación de energía
biológica

Situación en Argentina

- Superficie actual de caña en Tucumán: aprox. 200.000 Ha
- Posible ampliación: 100.000 Ha más
- Para 100% de reemplazo habría dos escenarios posibles

Argentina 100% de reemplazo

- Sólo alcohol

- Aumento a aprox. 1.000.000 de Ha de caña cultivada produciría unos 7000 litros por Ha de caña

- Azúcar mas alcohol

- Aumento de 20 veces del área cultivada con producción de 20 millones de T de azúcar!!!!

Problemas de impacto ambiental

- En el caso de alcohol de caña de azúcar el principal impacto es el de los efluentes de destilería
 - Por cada litro de alcohol producido se producen de 10 a 15 l de vinaza
 - (40-80 Kg DQO/m³)
 - Para comparar un efluente cloacal tiene aprox. 0,3 Kg/m³

¿Qué pasaría si se quiere reemplazar totalmente la nafta?

- Superficie necesaria para caña:
 - Alternativa sólo etanol: aprox. 1.000.000 Hectáreas
- Inversión:
 - 200 millones de dólares en instalaciones

Conclusiones

- Argentina genera aprox. un 40% de su energía eléctrica a partir de fuentes renovables (hidroelectricidad)
- El uso de biocombustibles nos permitiría aumentar la participación de los renovables al menos un 10% en corto plazo.

Incógnitas

- Disposición de efluentes
- Marco macroeconómico
- Influencia del resto del mundo
- Cambios en los sistemas de transporte
- Cambios radicales en manera de vivir