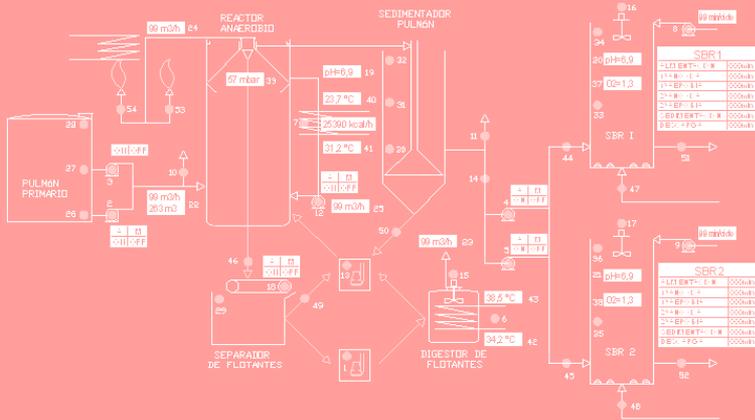




POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN URUGUAY



Biotecnología de Procesos para el Ambiente

Instituto de Ingeniería Química – Facultad de Ingeniería

PROYECTO FONDO SECTORIAL DE ENERGÍA Nº 17

- Componente 1: Estimación del potencial de producción de biogás en el Uruguay.
- Componente 2: Realización de experiencias complementarias a las ya existentes para obtener datos ajustados a la realidad nacional.

INTRODUCCIÓN: LA DIGESTIÓN ANAEROBIA

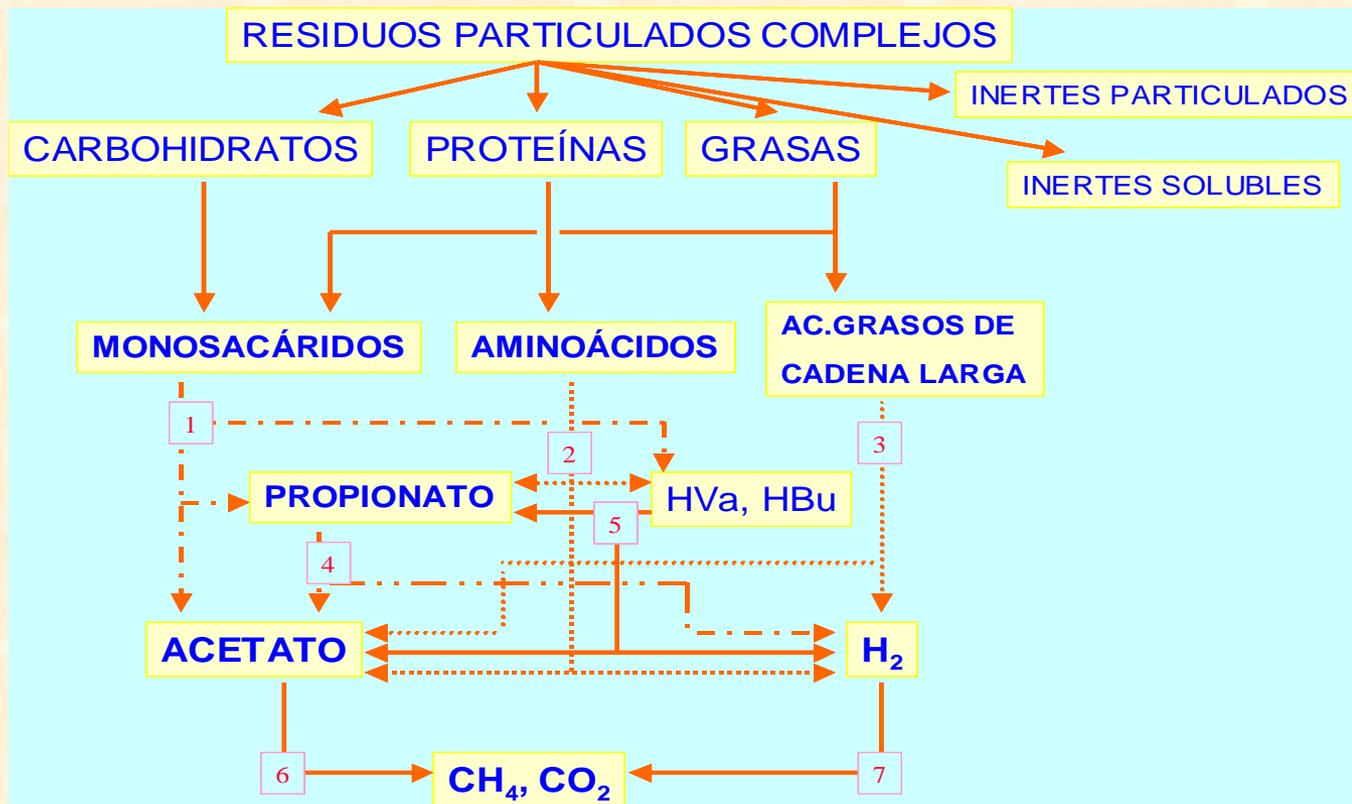


Figura 1.1 Procesos bioquímicos involucrados en la digestión anaeróbica; (1) acidogénesis a partir de azúcares, (2) acidogénesis a partir de aminoácidos, (3) acetogénesis a partir de AGCL, (4) acetogénesis a partir de propionato, (5) acetogénesis a partir de butirato y valerato, (6) metanogénesis acetoclástica, (7) metanogénesis hidrogenotrófica.

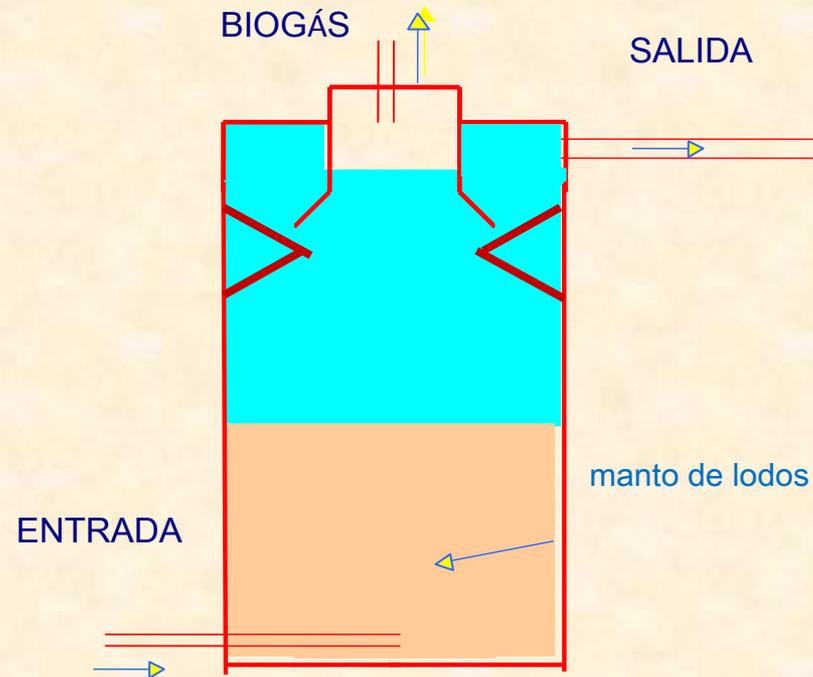
DA, aplicable a

- Efluentes líquidos procedentes de
 - Industrias que generen residuos orgánicos
 - Residuales domésticos (cloacales)
- Sustratos sólidos
 - Residuos industriales y agroindustriales
 - Residuos Urbanos
 - Lodos de plantas de tratamiento aerobias
 - Cultivos energéticos

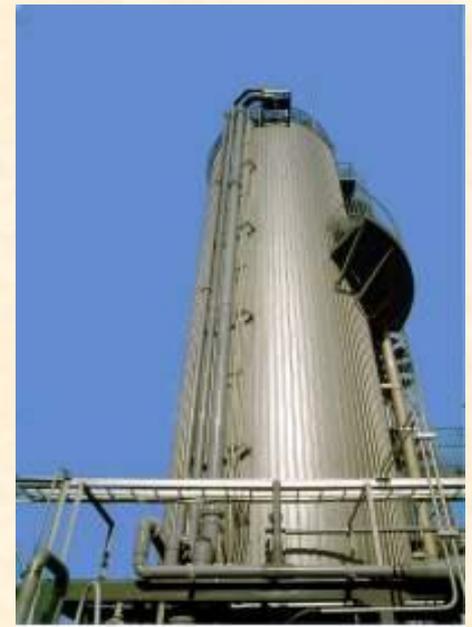
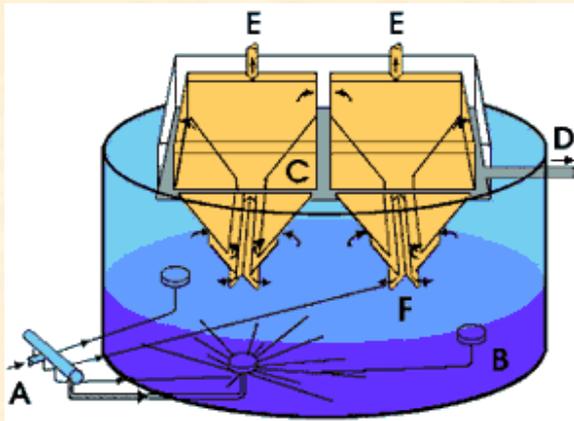
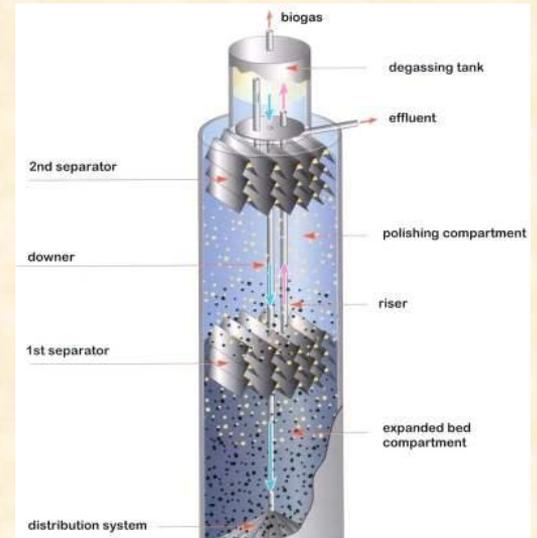
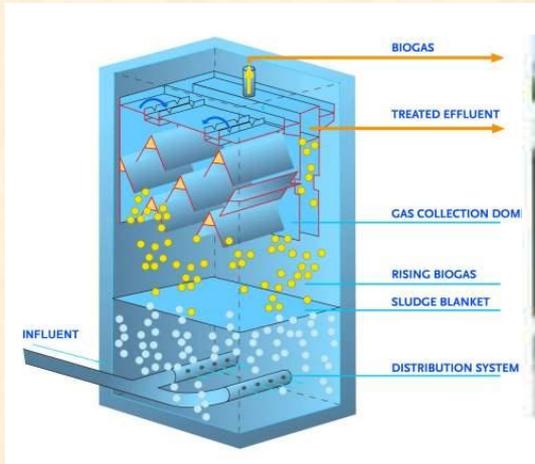
ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA DA:

- No requiere mayor aporte de energía (a diferencia de los sistemas aerobios)
- Genera biogás, que puede ser utilizable desde el punto de vista energético.
- Genera menor cantidad de lodos que los sistemas aerobios y más estabilizados.
- El lodo puede utilizarse como bioabono pues retiene los nutrientes y le aporta otras características físicas.
- Sistemas relativamente compactos.
- Contribuye a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.

Tratamiento de efluentes líquidos



Esquema de reactor UASB



En Uruguay:

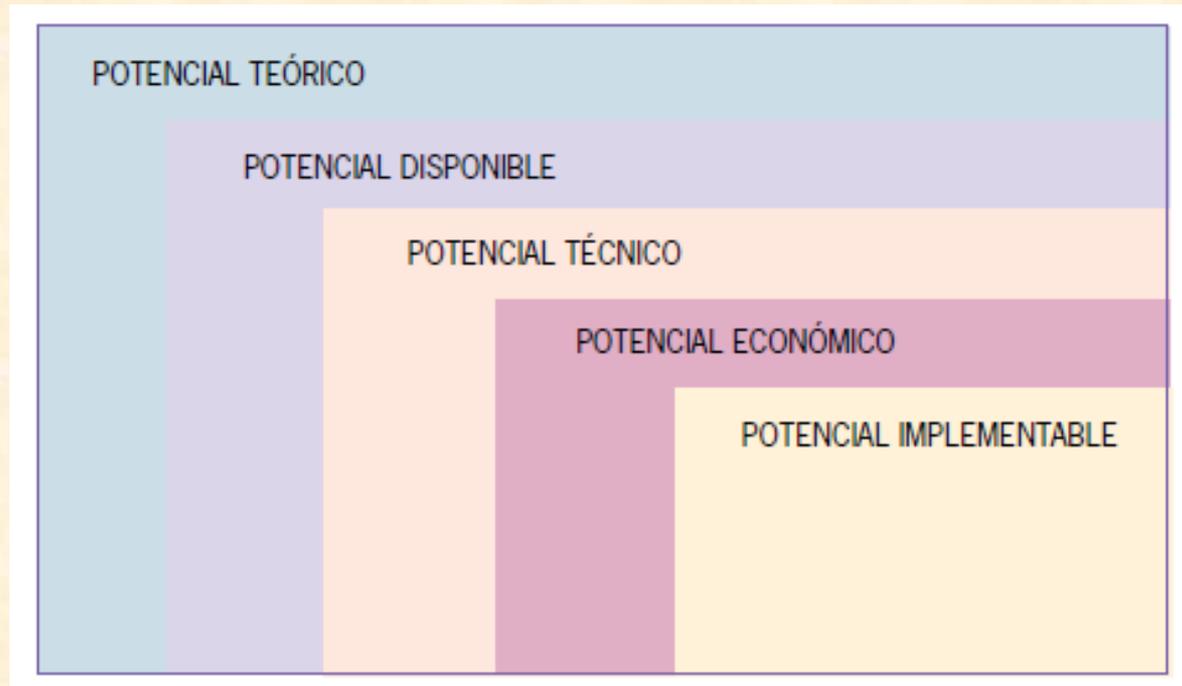


SUSTRATOS SÓLIDOS



POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

- Conociendo la cantidad de sustrato y el factor de conversión a metano puede calcularse el potencial teórico de producción.



UTILIZACIÓN DEL BIOGÁS

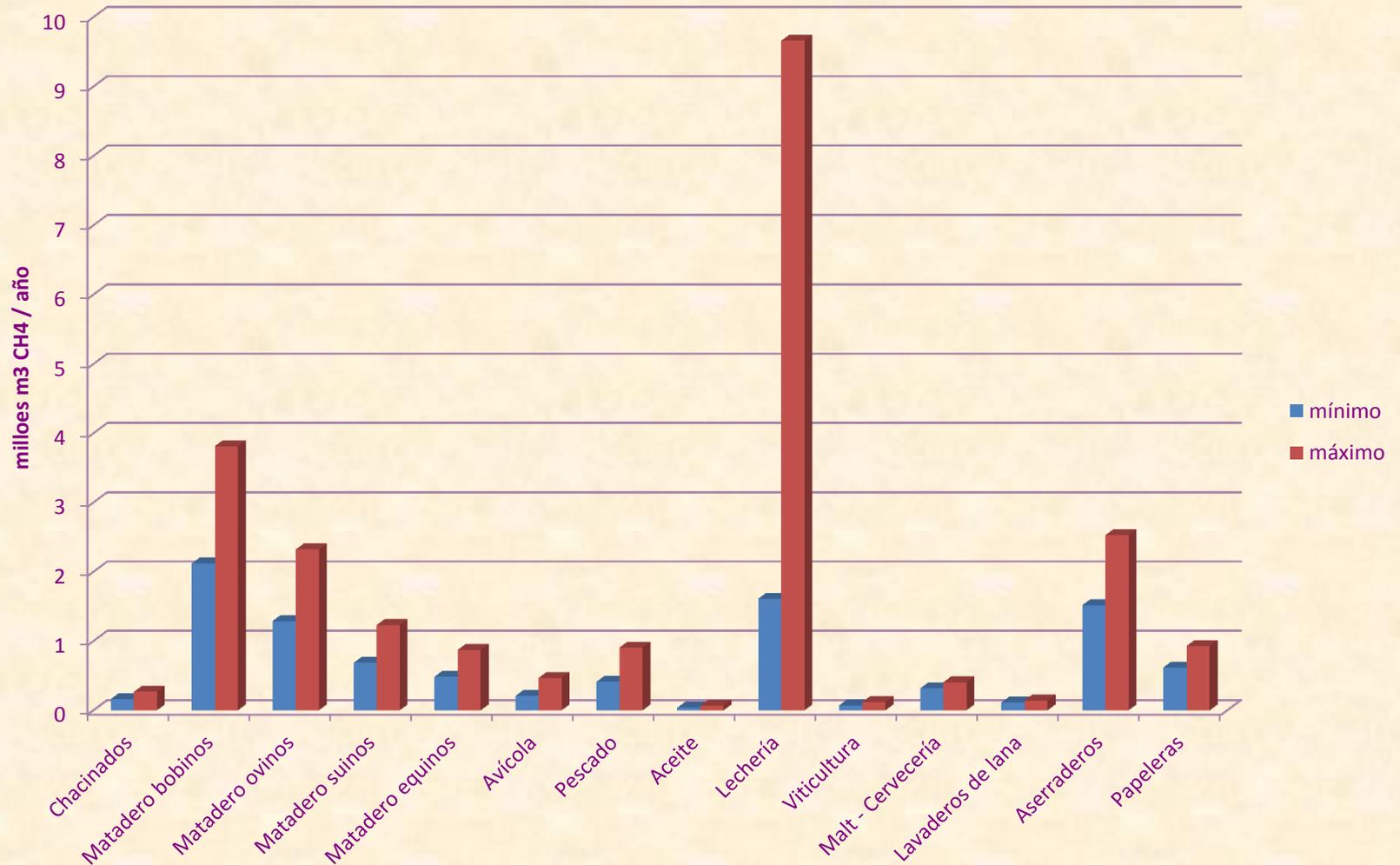
- Quema en caldera de la propia industria
- Quema para calentamiento de agua
- Conversión a energía eléctrica en motogenerador o turbina
- Inyección en la red domiciliaria (requiere depuración)
- Combustible automotriz (requiere depuración)

HAY QUE ANALIZAR CADA CASO EN FORMA INDIVIDUAL PARA ENCONTRAR LA MEJOR SOLUCIÓN DEPENDE TAMBIÉN DEL TAMAÑO DE LAS INSTALACIONES

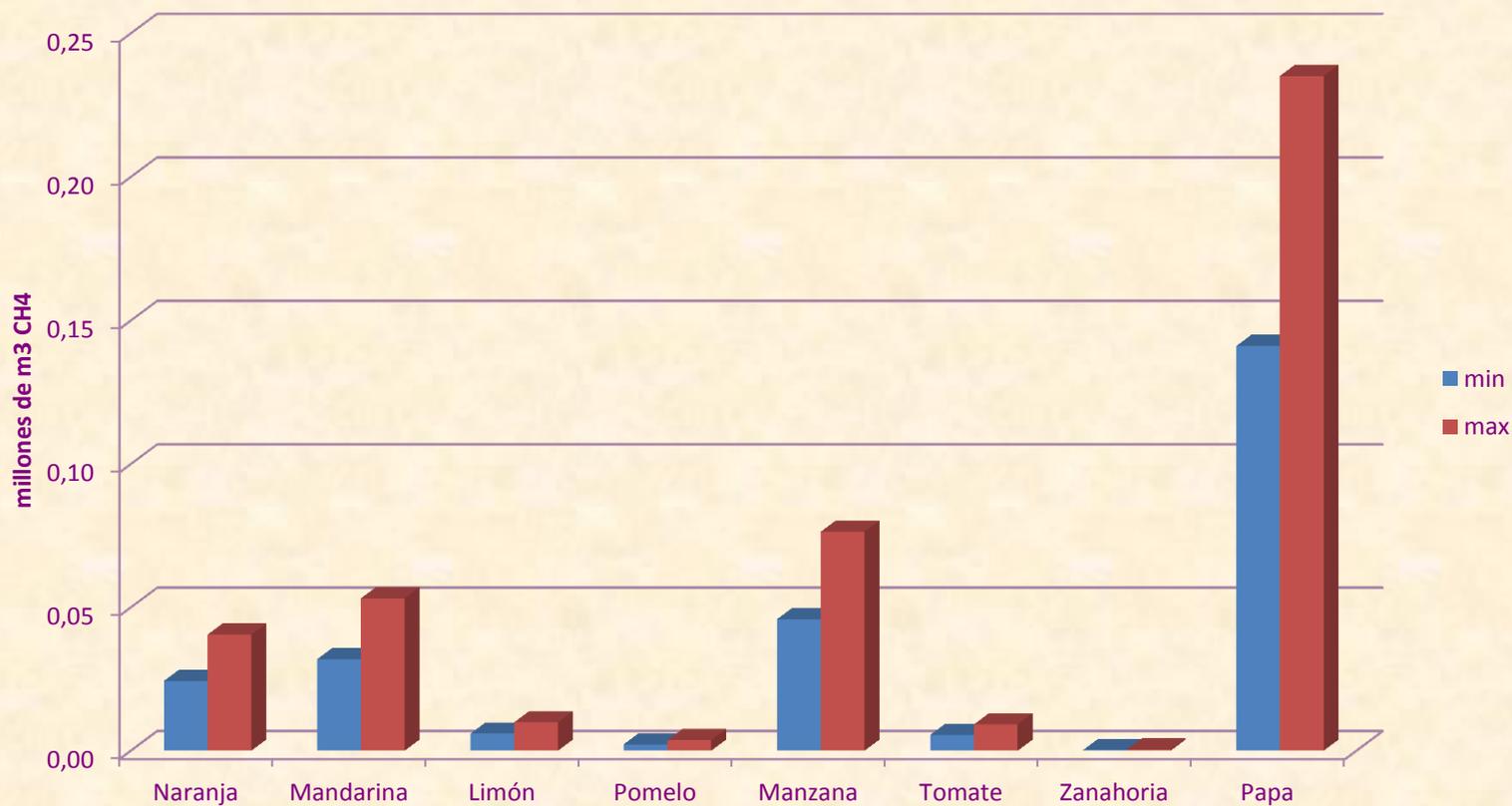
CÁLCULO DEL POTENCIAL

- Estimar la producción de sustrato
- Índice de metanización del sustrato
- Definir rangos mínimo y máximo de captación del sustrato
- Estimación del potencial disponible de metano a partir de cada residuo

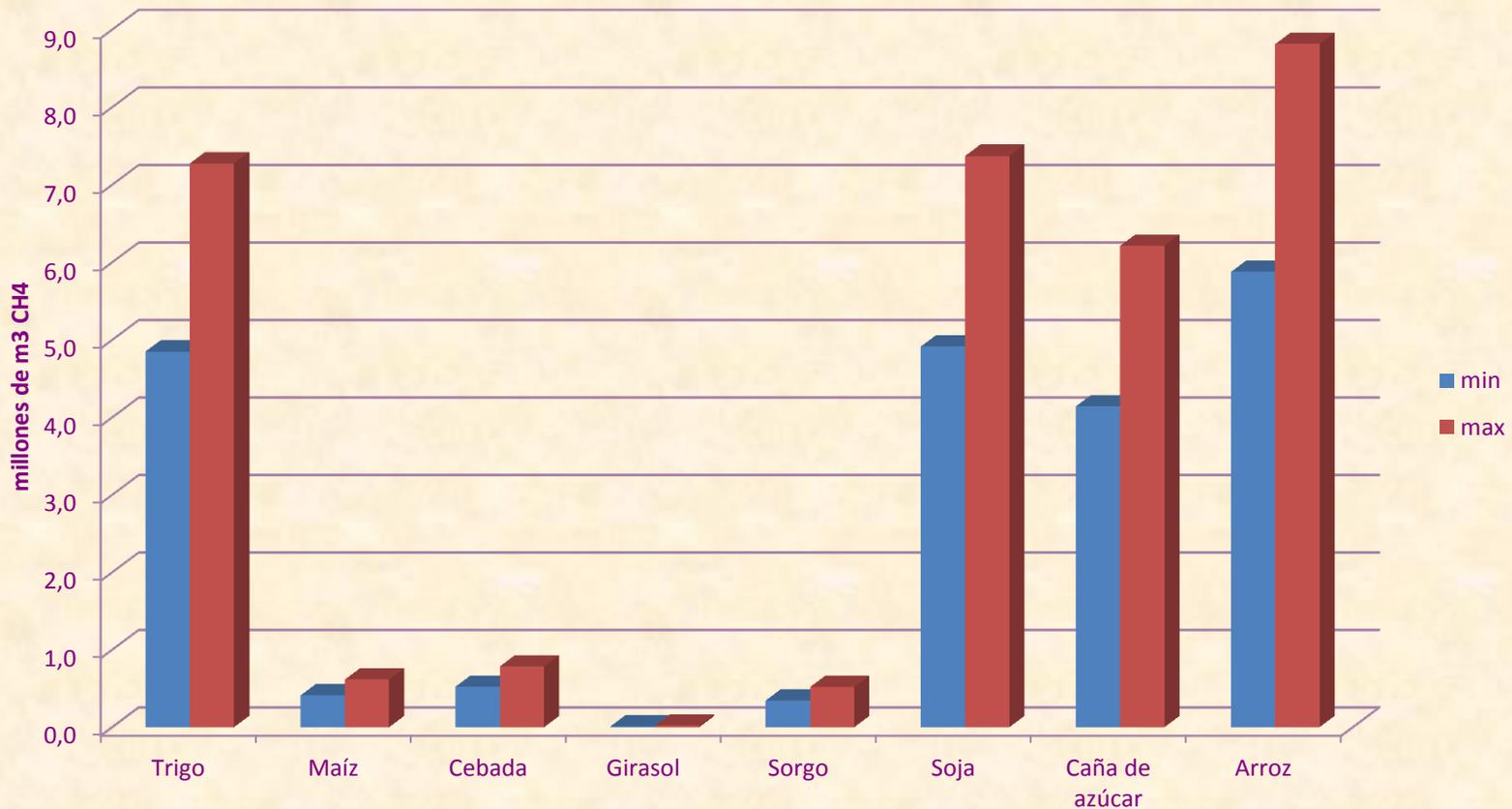
Potencial de producción de metano en agroindustrias



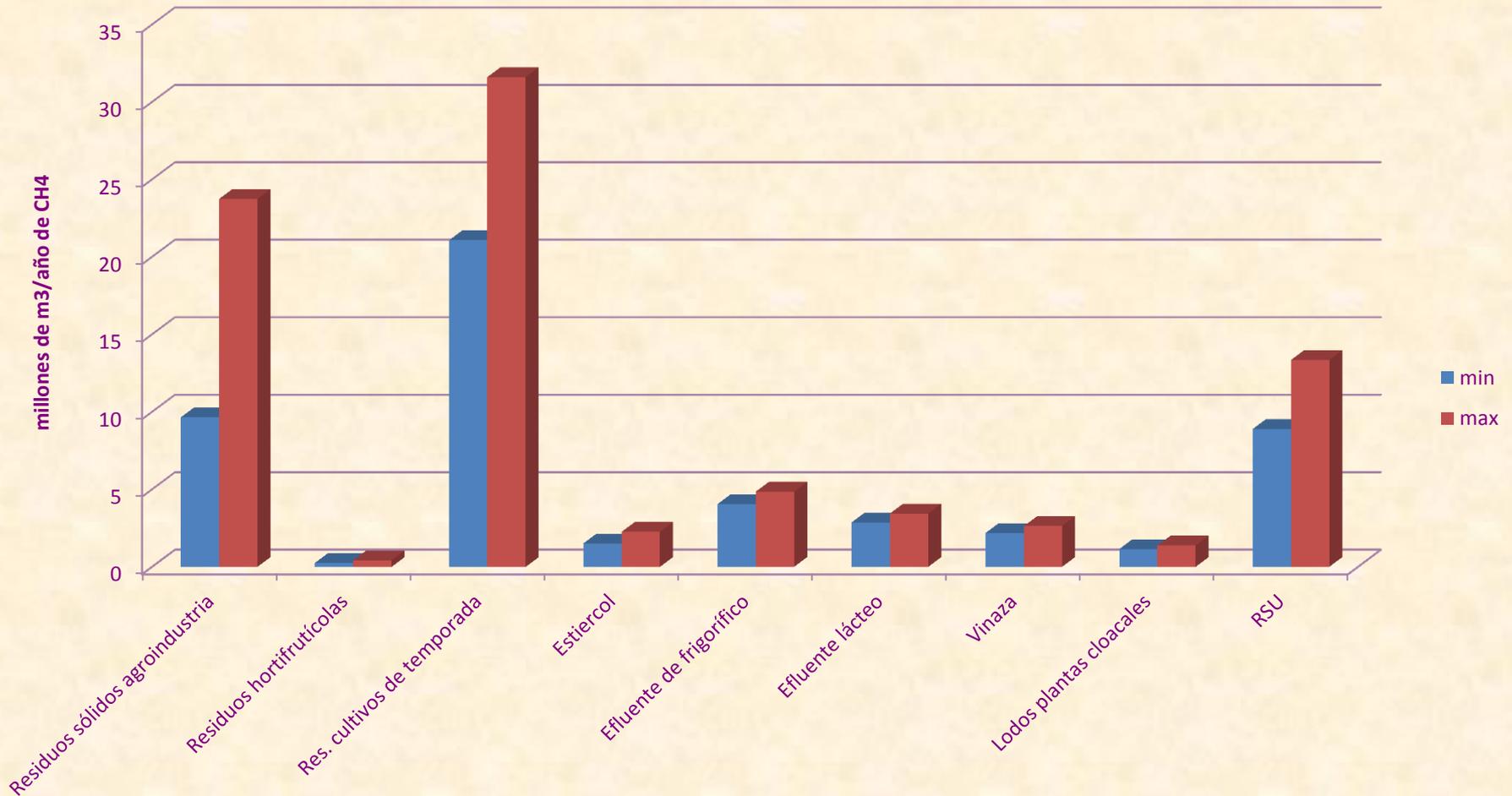
Potencial de producción de metano en residuos de cultivos hotifrutícolas



Potencial de producción de metano en residuos agrícolas de cultivos de temporada.



Producción de metano a partir de distintos residuos. Estimación de mínima y de máxima.



Potencial de los principales tipos de residuos, capacidad de generación de electricidad y calor

	Metano (millones de m ³ /año)		Energía eléctrica (GWh/año)		Potencia eléctrica (MW)		Calor (TJ/año)	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Residuos sólidos agroindustria	10	24	30.6	75.4	6.9	14.0	129	309
Residuos hortifrutícolas	0.3	0.4	0.8	1.3	0.1	0.1	3	5
Res. cultivos de temporada	20	29	58.2	87.2	6.3	9.5	247	371
Estiercol	1.5	2.3	4.4	6.5	0.5	0.7	18	27
Efluente de frigorífico	4.0	4.9	13.6	16.4	1.6	1.9	49	59
Efluente lácteo	2.9	3.4	9.1	10.9	1.0	1.2	35	42
Vinaza	2.2	2.6	7.4	8.9	0.8	1.0	27	32
Lodos plantas cloacales	1.1	1.4	3.9	4.7	0.4	0.5	94	113
RSU	8.9	13.3	30.0	45.0	3.4	5.1	108	162
total	52	84	162	263	21	34	649	1052

Potencial de cerca del 2% de la energía primaria del país y entre 2 y 3% de la demanda eléctrica.

CULTIVOS ENERGÉTICOS

- 3 ton MS/ha.año
- 90% SV
- 250 m³CH₄/tSV.año
- **675 m³CH₄/ha.año**
- Aprovechamiento neto 65%
- **15.3GJ o 366kep por hectárea y por año**
- Por ejemplo con una superficie equivalente a la mitad de lo que hoy se dedica a pradera mejorada podría generarse el 12% de la energía primaria del país

CULTIVOS ENERGÉTICOS

- En año 2010 se gastaron 266 ktep de derivados del petróleo para generar electricidad, a U\$S 0.59/kep. Correspondería a 0.73 millones de ha, 6.7% de la superficie dedicada a cría de ganado en pradera natural.
- La producción pecuaria generó un promedio de exportaciones de U\$S 197 por hectárea. La importación de petróleo por el equivalente energético de una hectárea fue de U\$S 216.

¿HAY QUE TOMAR “CON PINZAS” ESTOS NÚMEROS?: SI PERO MUESTRAN QUE NO SE TRATA DE IDEAS TRASNOCHADAS

COMPONENTE 2

EXPERIENCIAS TÉCNICAS

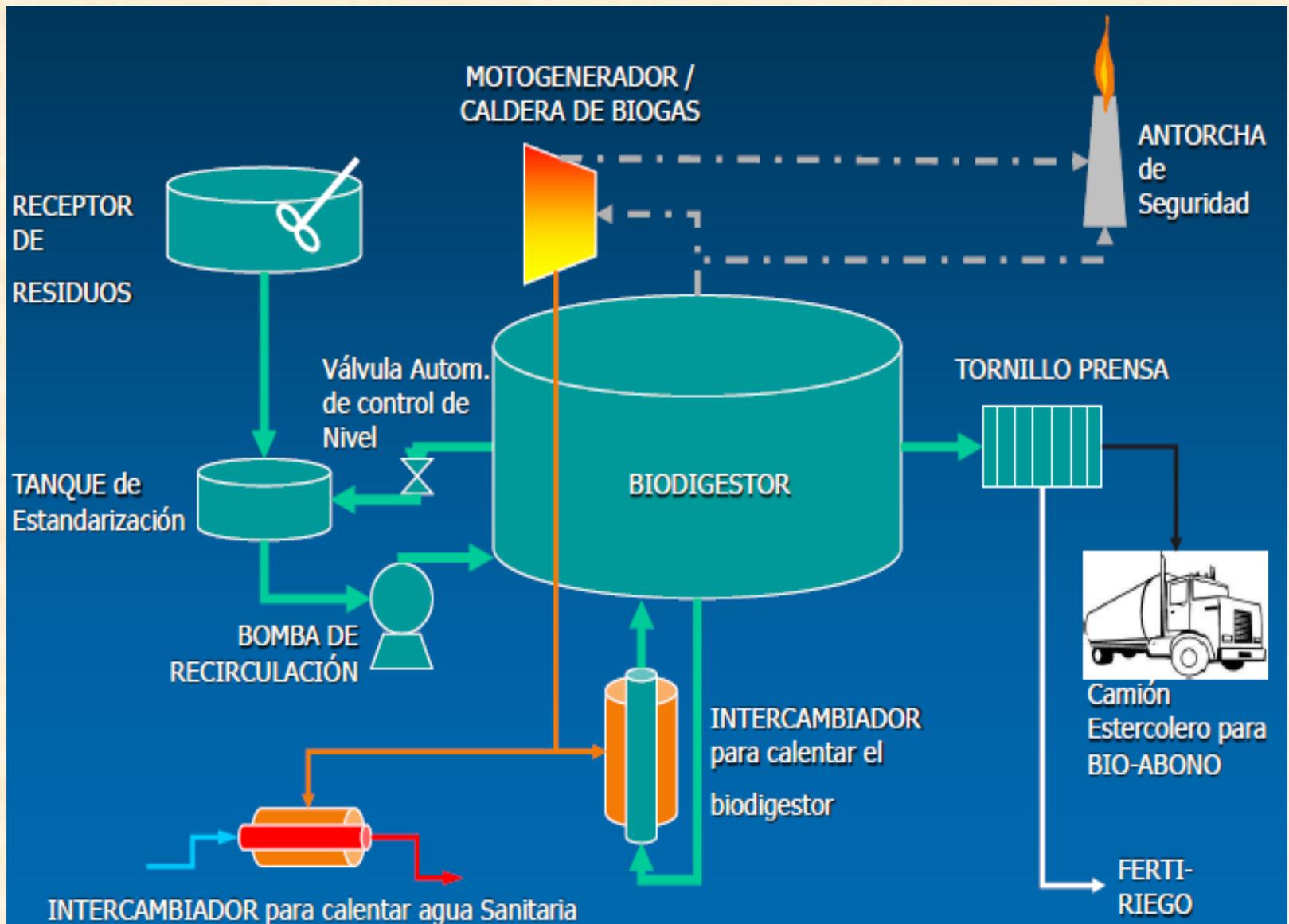
- **PROYECTO DE PLANTA CENTRALIZADA PARA RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES**

Justificación del proyecto

Dos problemas: i) Los suelos degradados incrementan los costos de la producción hortícola desplazando a pequeños productores. ii) Las agroindustrias de Canelones deben adaptar sus sistemas de gestión y tratamiento de residuos sólidos a la nueva normativa de la DINAMA que entrará en vigencia próximamente.

Una oportunidad: Los residuos agroindustriales pueden transformarse en mejoradores de suelo con producción asociada de energía, mediante una tecnología que está disponible en el país.

Principales residuos identificados: Contenido ruminal, Estiércol, Descarne de curtiembre, Lodos de purgas de PTE, Grasa de láctea, Residuos de mercado, Orujo y borras, Alimentos vencidos, Purines de cerdo, Sólidos de aguas rojas, Cama de pollo, Finos de tabacalera.



Proyección de resultados a una planta centralizada:

Ubicación: Canelones, sobre Ruta 5

Generadores considerados: 5 frigoríficos, 2 curtiembres, 1 láctea y una aceitera

Volumen de residuos: 17500 ton/año

Volumen de digestor necesario: 2200 m³

Generación de metano: 2450 m³/d

Generación eléctrica: 350 kW

Generación térmica: 6.8 millones de kcal/d

Producción de bioabono fluido: 67 m³/d (fraccionable en 24ton/d de compost y 43m³/d para ferti-riego)

Aportes del bioabono: Materia Seca, 1750 ton/año; Nitrógeno, 37 ton/año; Fósforo, 11 ton/año, Potasio, 4 ton/año; Magnesio 12 ton/año; Calcio, 61 ton/año

COMPONENTE 2

EXPERIENCIAS TÉCNICAS

- **TRATAMIENTO DE VINAZA DE DESTILERÍA**



Trabajos en escala de banco con
efluente de ALUR





Reactor de 100m^3
trabajando en condiciones
reales en Bella Unión

$120\text{ m}^3/\text{d}$ de alcohol, $13\text{ m}^3\text{vinaza}/\text{m}^3\text{alcohol}$, 2.2 a $2.6\text{ m}^3\text{metano}/\text{año}$
Aproximadamente **1 MW** de potencia eléctrica

COMPONENTE 2

EXPERIENCIAS TÉCNICAS

- **TRATAMIENTO ANAEROBIO DE SUERO DE LECHE**
- El suero de leche normalmente tiene valor comercial para alimentación animal, etc.
- Puede ser usado como sustrato para la producción de biohidrógeno o, en forma combinada, producción de metano e hidrógeno.



Hydrogen production in an upflow anaerobic packed bed reactor used to treat cheese whey

V. Perna^{a,b}, E. Castelló^{b,*}, J. Wenzel^a, C. Zampol^c, D.M. Fontes Lima^c, L. Borzacconi^b, M.B. Varesche^c, M. Zaiat^c, C. Etchebehere^a

^a Department of Microbiology, Faculty of Science, Faculty of Chemistry, General Flores 2124, Montevideo, Uruguay

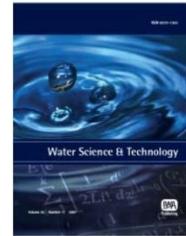
^b Chemical Engineering Institute, Faculty of Engineering, University of the Republic, Herrera y Reissig 565, CP 11300, Montevideo, Uruguay

OTROS APORTES DEL PROYECTO:

- Incorporación al equipo de ingenieros una microbióloga, para realizar el seguimiento de las comunidades microbianas y sus relaciones con el funcionamiento de los reactores.

E. Castelló, A. Peña, J. Menzel, F. Bolzacconi and C. Echeverrieta

**Incubated with compost
in a UASB reactor fed with raw cheese whey
performance during hydrogen production
Microbial community composition and reactor**



¡MUCHAS GRACIAS!

