



BIOETANOL DE CAÑA DE AZÚCAR: UNA EXPERIENCIA EN BRASIL

Seminario Internacional: “Energías Renovables”

Asociación de Universidades Grupo Montevideo

Ciudad del Este, 14 de Abril de 2011



Prof. Dr. Octávio Antonio Valsechi
DTAISER/CCA/UFSCar
www.vico.ufscar.br

Combustible Renewable...



*“Nosotros necesitamos de una
nueva manera de pensar, para
resolver los problemas causados
por la vieja manera de pensar”*

Albert Einstein



Combustible Renewable...

CONTEXTO ENERGETICO MUNDIAL

- **Crecimiento económico mundial**
- **Crecimiento de la demanda energética**
- **Altos precios de energía**
- **Limite en la capacidad de obtención**
- **Fuerte dependencia en energías no renovables**
- **Cambios de las condiciones climáticas**
- **Inestabilidad geopolítica y conflictos armados en importantes
suplidores de energía**

¿Por que energía de biomasa?

Ganancias ambientales

- **Captura de carbón**
- **Bajos niveles de emisiones en consumo**

Renovables

- **corto ciclo de producción**
- **control procesado por el hombre**

Aspectos económicos

- **nuevo componente de demanda**
- **impactos en la balanza comercial**

Aspectos sociales

- **creación de empleos**
- **distribución de rentas**

Seguridad energética

- **diversificación de las fuentes**
- **reducción de las dependencias externas**

DESAFÍO MUNDIAL

INTEGRACIÓN



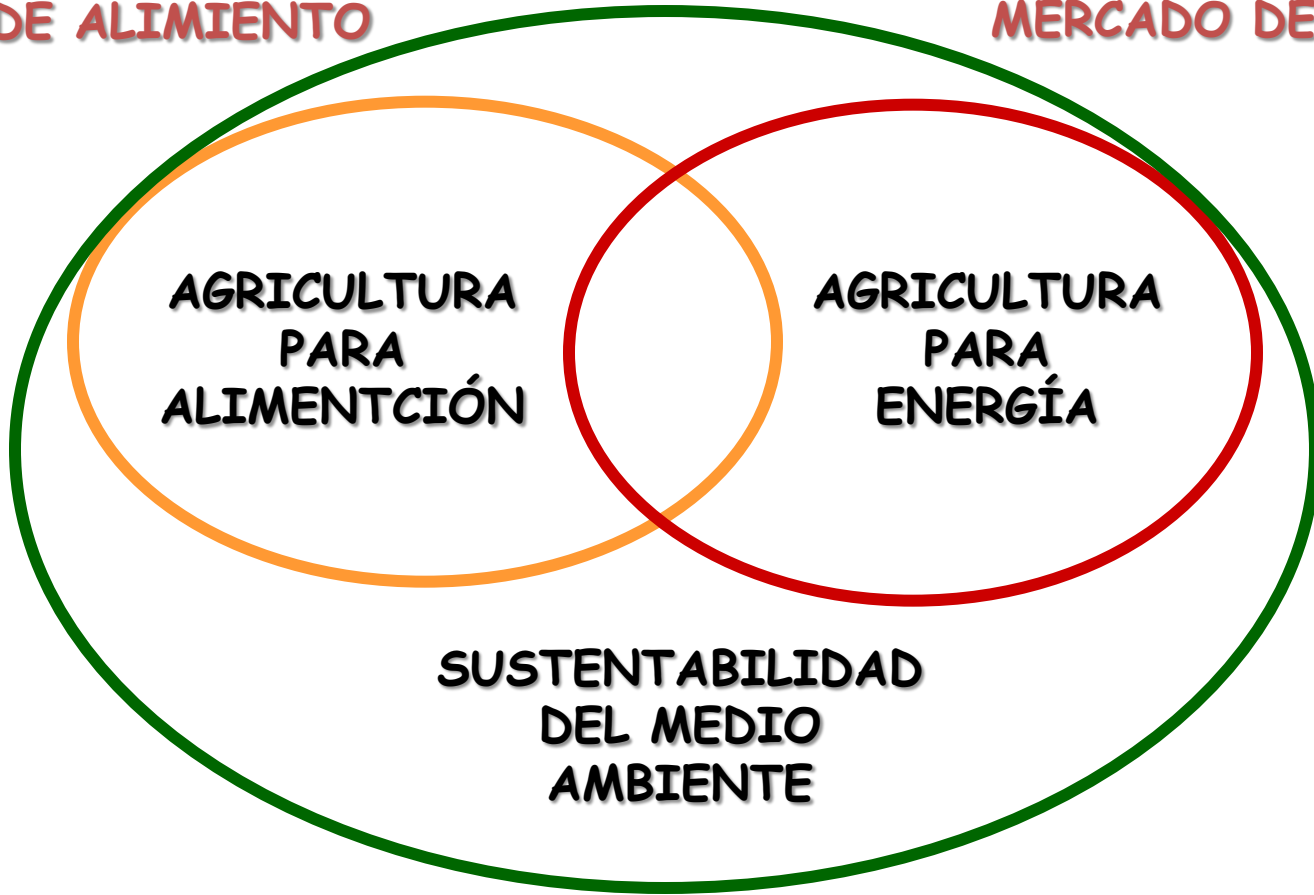
MERCADO DE ALIMENTO

MERCADO DE ENERGÍA

AGRICULTURA
PARA
ALIMENTACIÓN

AGRICULTURA
PARA
ENERGÍA

SUSTENTABILIDAD
DEL MEDIO
AMBIENTE



SUSTENTABILIDAD

ALIMENTO

X

ENERGÍA

CAÑA DE AZÚCAR

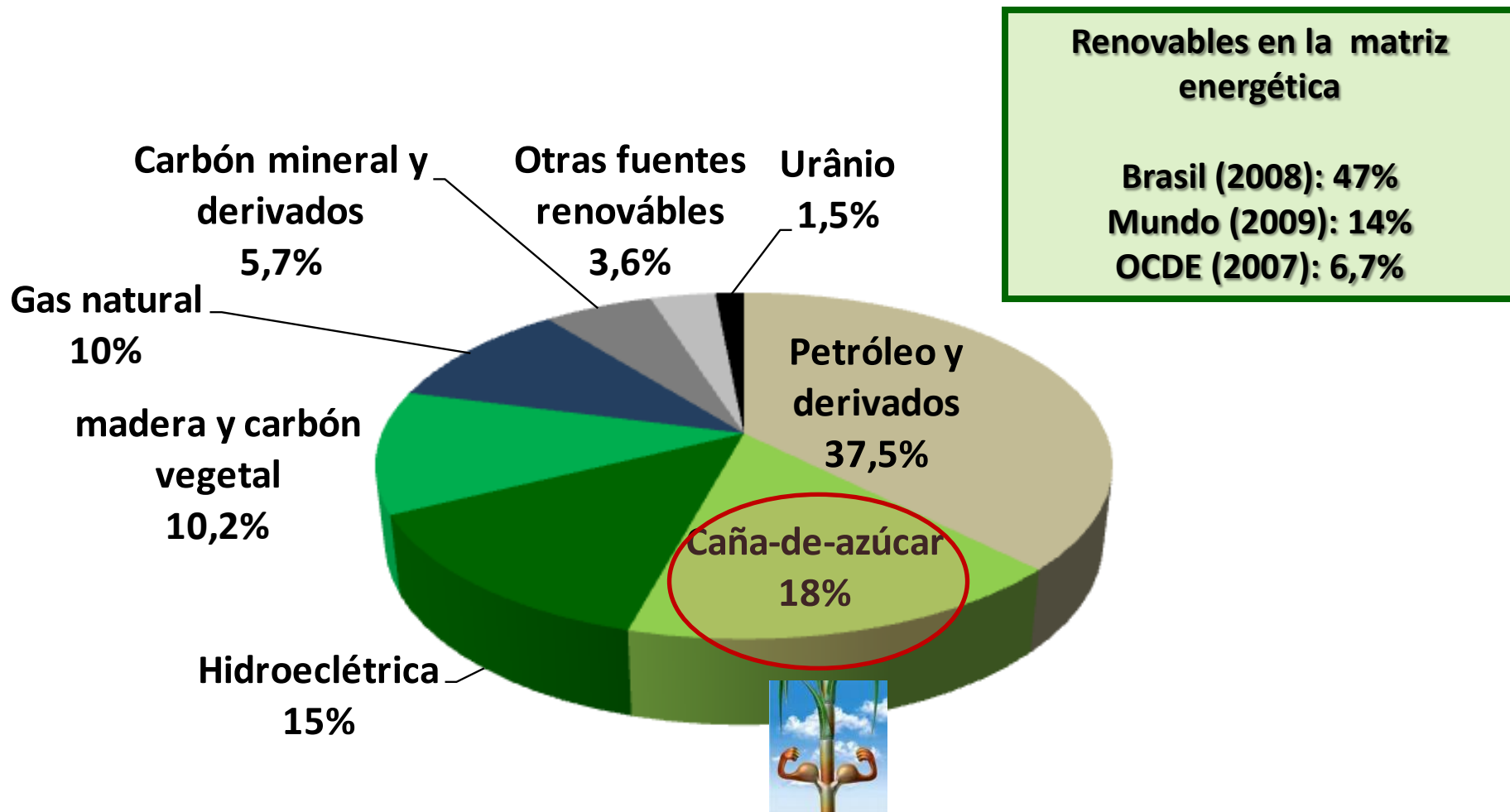
- **Alimento = Azúcar, Granos, Carnes, etc.**
- **Azúcar – mas barato del mundo \$/Kcal**
- **Granos - 20% area de renovación**
- **Carne - confinamiento de ganado = 1kg/día)**
- **Energía (eletricidad y combustible)**

NÚMEROS DEL SECTOR SUCROENERGÉTICO EN BRASIL



Facturación neto anual	US\$ 28 mil millones
Divisas externas	US\$ 9 mil millones (2010)
Inversiones directas	mas de US\$ 25 mil millones (2006/10)
Estructura productiva	mas de 430 plantas
Campesinos de caña	70.000
Empleos directos	1.000.000
Participación en la matriz energética	18% - arriba de la hidroeléctrica
Producción de caña-de-azúcar	670 millones de toneladas
Producción de azúcar	35 millones de toneladas
Producción de etanol	28,5 mil millones de litros
Reducción de emisiones CO₂	900 millones toneladas desde 1975

MATRIZ DE ENERGÍA EN BRASIL - 2009

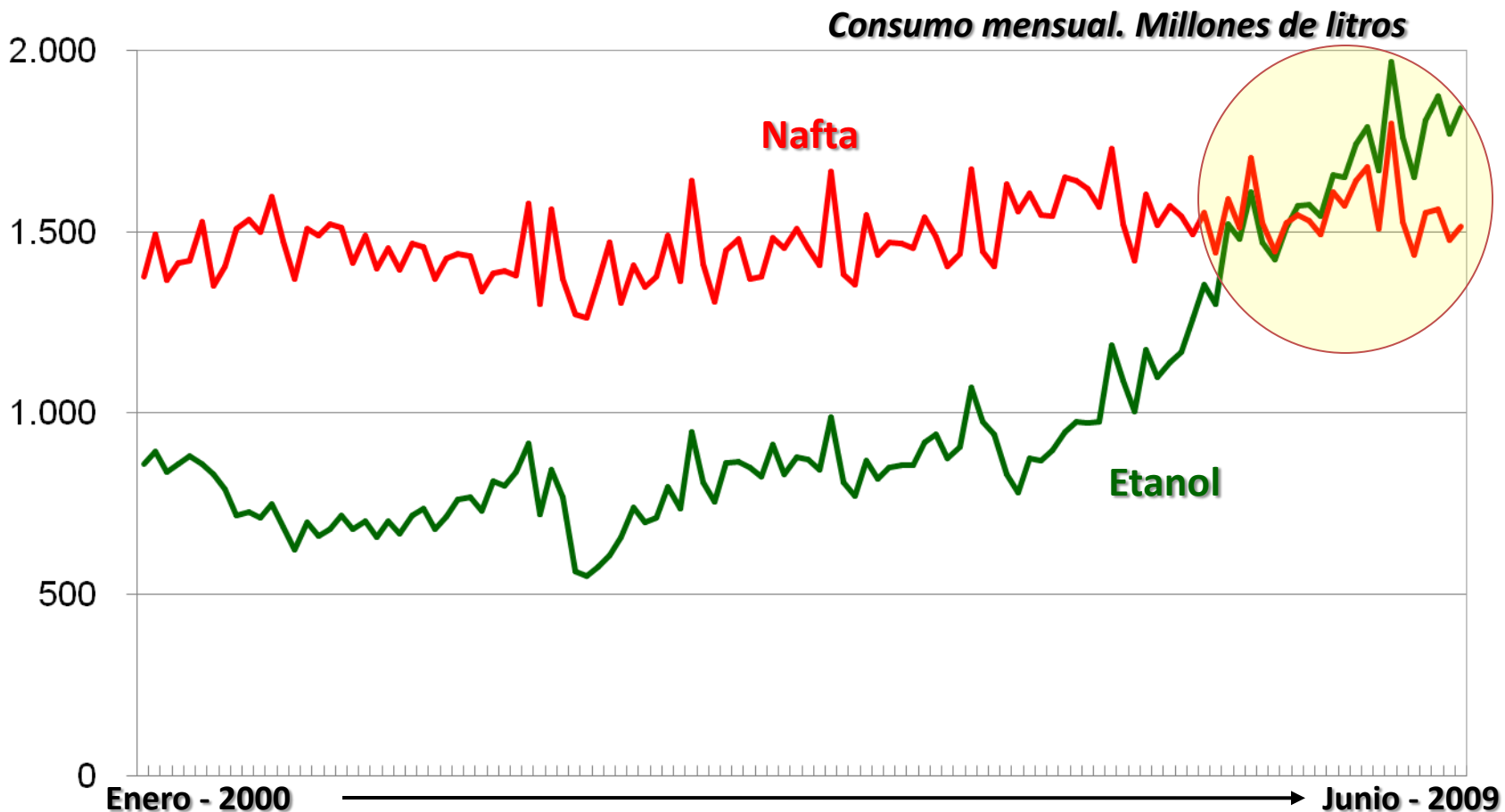


Experiencia del Brasil : 1925



Primeras pruebas de la mezcla etanol y nafta

CONSUMO NACIONAL DEL ETANOL MAS ARRIBA QUE NAFTA



BENEFICIOS DIRECTOS DEL ETANOL DE CAÑA DE AZÚCAR

- **Renovable**
- **Balance de Carbón**
- **No dependiente del petróleo (proceso industrial)**
- **Fácil de producir en gran escala**
- **Costos competitivos**
- **Seguridad y eficiencia:**
 - **Alta miscibilidad con nafta**
 - **Reducción de emisiones**
 - **Compuestos oxigenados**
- **Baja toxicidad**
- **Libre de sulfuros**

OPORTUNIDAD PARA LA CAÑA DE AZÚCAR

NUEVO IMPULSO AL VEÍCULO A ETANOL

VEÍCULO BI-COMBUSTÍBLE (flex-fuel)

MERCADO EXTERNO

BIODIESEL

MEZCLA DE ETANOL EN DIESEL

AVIACIÓN AGRÍCOLA

MOTO FLEX

CELDA DE COMBUSTÍBLE

COMERCIO DE “CRÉDITO DE CARBONO”

Mayor conquista: la competitividad

- Durante 35 años, el etanol se mantiene en Brasil por cuenta de la defensa de sus externalidades positivas:**
- La generación de empleos**
- Reducción de las emisiones vehiculares**
- Una mayor independencia energética**
- Menor inversión por puesto de trabajo creado**
- La contención del éxodo rural**
- Interiorización del desarrollo**
- Intercambio de la economía.**

Mayor conquista: la competitividad

- Producción de etanol ha aumentado la capitalización de la agricultura.**
- Promedio de ganancias de productividad de la agroindustria 3,77% por año desde 1975.**
- Áreas cañeras de San Pablo son también el mayor generador de los ingresos de dinero con otras culturas agrícolas .**

Mayor conquista: la competitividad

- **Brasil mostró que existe una clara "curva de aprendizaje" con la producción de etanol de la caña de azúcar.**
- **La experiencia puede repetirse en otros países productores de caña de azúcar.**
- **Etanol: el motor de desarrollo y reductor de la pobreza, a varios países en desarrollo.**

LA CAÑA-DE-AZÚCAR – LA VISIÓN DE LA AGROENERGÍA

LA VISIÓN ENERGÉTICA DE LA CAÑA-DE-AZÚCAR

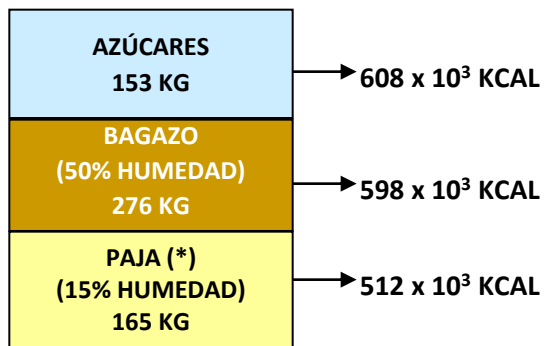
1 T CAÑA LIMPA \cong 1,2 T CAÑA INTEGRAL

≈
|||

1,2 BARRIS PETROLEO



1 T-CAMPO
1718 x 10³ KCAL



1 BARRIL DE PETROLEO
1386 x 10³ KCAL

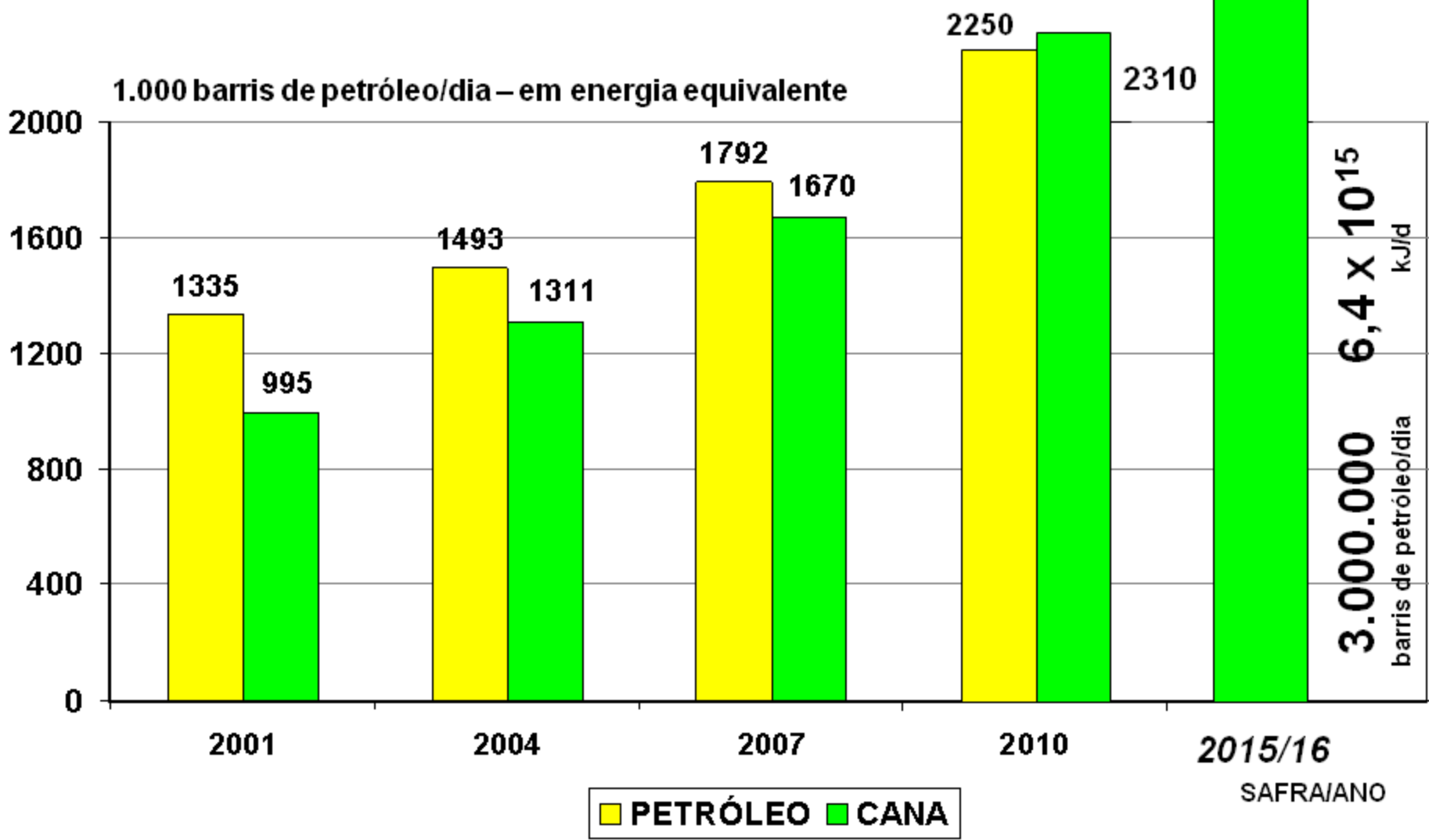
			SAFRA 2008/09	SAFRA 2010/11
CAÑA DE AZÚCAR ES PURA ENERGÍA	1/3 JUGO	AZÚCAR: ALIMENTO (KCAL) MAS BARATO DEL MUNDO	648.000 b/d	770.000 b/d
		BIOETANOL: ENERGÍA LIMPIA Y RENOVABLE		
	1/3 BAGAZO	ENERGÍA LIMPIA Y RENOVABLE	648.000 b/d	
	1/3 PAJA	ENERGÍA LIMPIA Y RENOVABLE	648.000 b/d	770.000 b/d
	TOTAL		1.944.000	2.310.000
	ENERGÍA EQUIVALENTE - BARRIS OLEO/DIA			

(*) PAJA = PUNTAS, HOJAS, PAJAS.

CANA-DE-AÇÚCAR – A VISÃO DA AGROENERGIA

PETRÓLEO PRODUZIDO NO BRASIL – ENERGIA – MÉDIA DIÁRIA

CANA-DE-AÇÚCAR BRASIL – MÉDIA DIÁRIA DE BARRIS EQUIVALENTES



DEMANDA

US – 2022 = 320.000.000.000 l etOH

UE – 2020 = 140.000.000.000 l etOH

PRODUCCIÓN MUNDIAL ACTUAL

Poco mas que 100.000.000.000 l etOH

NUEVOS USOS PARA EL ETANOL



Consideraciones

- **Es fantástico para el medio ambiente: cada metro cúbico de etanol de caña, secuestra 2,6 toneladas de carbono equivalente.**
- **O más, y cada hectárea de caña de azúcar produce, en términos netos, 100 barriles de petróleo equivalente, es decir, 8,1 millones de hectáreas cosechadas, se encuentra actualmente en Brasil la mitad del total del consumo diario de petróleo en Brasil.**
- **O más, es el sector con tasas más bajas de herbicidas, pesticidas y fertilizantes, con empleos, respectivamente, de hojas y puntas, los enemigos naturales, la vinaza y la cachaza, entre otros co-productos.**

Consideraciones

- Hoy, en el balance energético de la planta, la producción de etanol de caña, indica que una unidad de energía utilizada para este propósito genera cerca de 10,3 unidades fin.

ETANOL: PRODUCTO ESTRATÉGICO

- **Futuro de la movilidad se asocia con el uso de las pilas de combustible.**
- **Celdas de Combustible: hidrógeno contenido en el combustible se valora.**
- **Alcoholes son los combustibles renovables con mayor contenido de hidrógeno.**

VINAZA: Nuevas oportunidad

Usos potenciales:

- Biodigestión (biogás CH_4 y CO_2);
- Reforma del metano del biogás para celdas de combustibles;
- Conversión microbiana de gas de síntesis ($\text{CO} + \text{H}_2$), concentración e incineración.

Energía de la Caña-de-azúcar

- **Del total de energía de la caña se utiliza apenas 1/3 del jugo y no más que 60% del bagazo.**
- **Investigaciones para la gasificación del bagazo, hojas y depontes de la caña para producción de energía**

Energía de la Caña-de-azúcar

- **BIOELECTRICIDAD**

Reforma del etanol y del metano de la biodigestión de la vinaza para sacar hidrógeno para celdas de combustibles.

CAÑA-DE-AZÚCAR: OTRAS OPORTUNIDADES

- **Enzimas**
- **Adictivos alimentarios**
- **Ácidos (Aceptico, Lactico, Citrico, Glicolico, etc)**
- **Vitaminas**
- **Proteínas**
- **Polímeros**
- **Aminoácidos**
- **Dextrana médica**
- **Nafta**
- **Diesel**
- **Querosén**



VINAZA: Nuevas oportunidad

Usos potenciales:

- **Utilización del concentrado:**
 - **compostaje de lodo de vinaza, cachaza, cenizas y bagazo;**
 - **producción de fertilizantes con la quema de la vinaza y bagazo;**

VINAZA: Nuevas oportunidad

Usos potenciales:

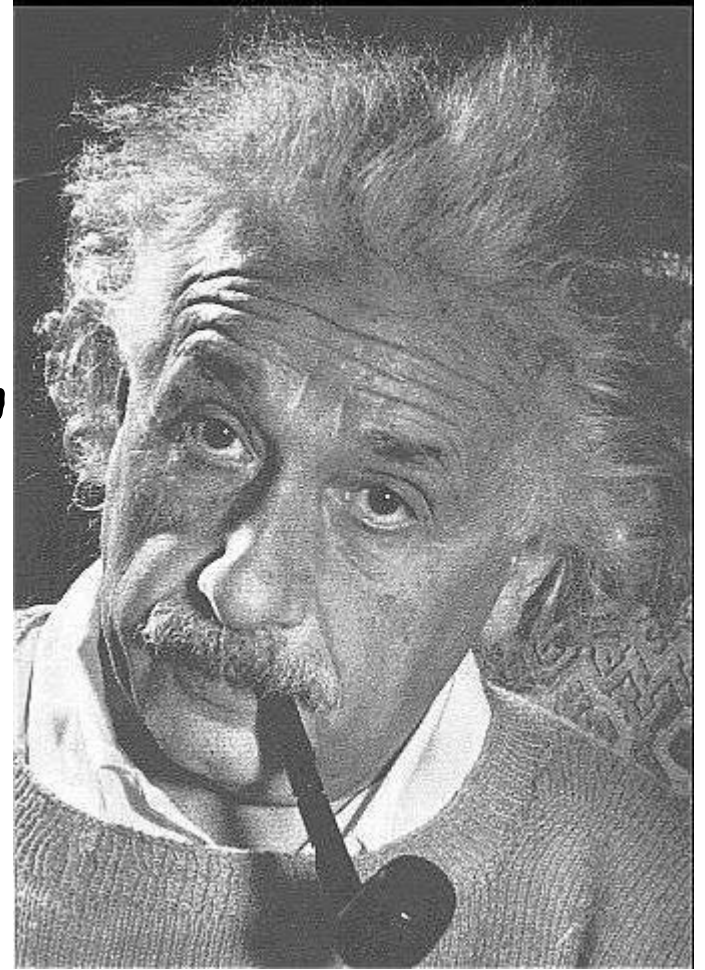
- **Medio de cultura:**

cultivo de cianobacterias con reducción de potasio de mas de 64% y con producción de ácido graso o proteína

La imaginación

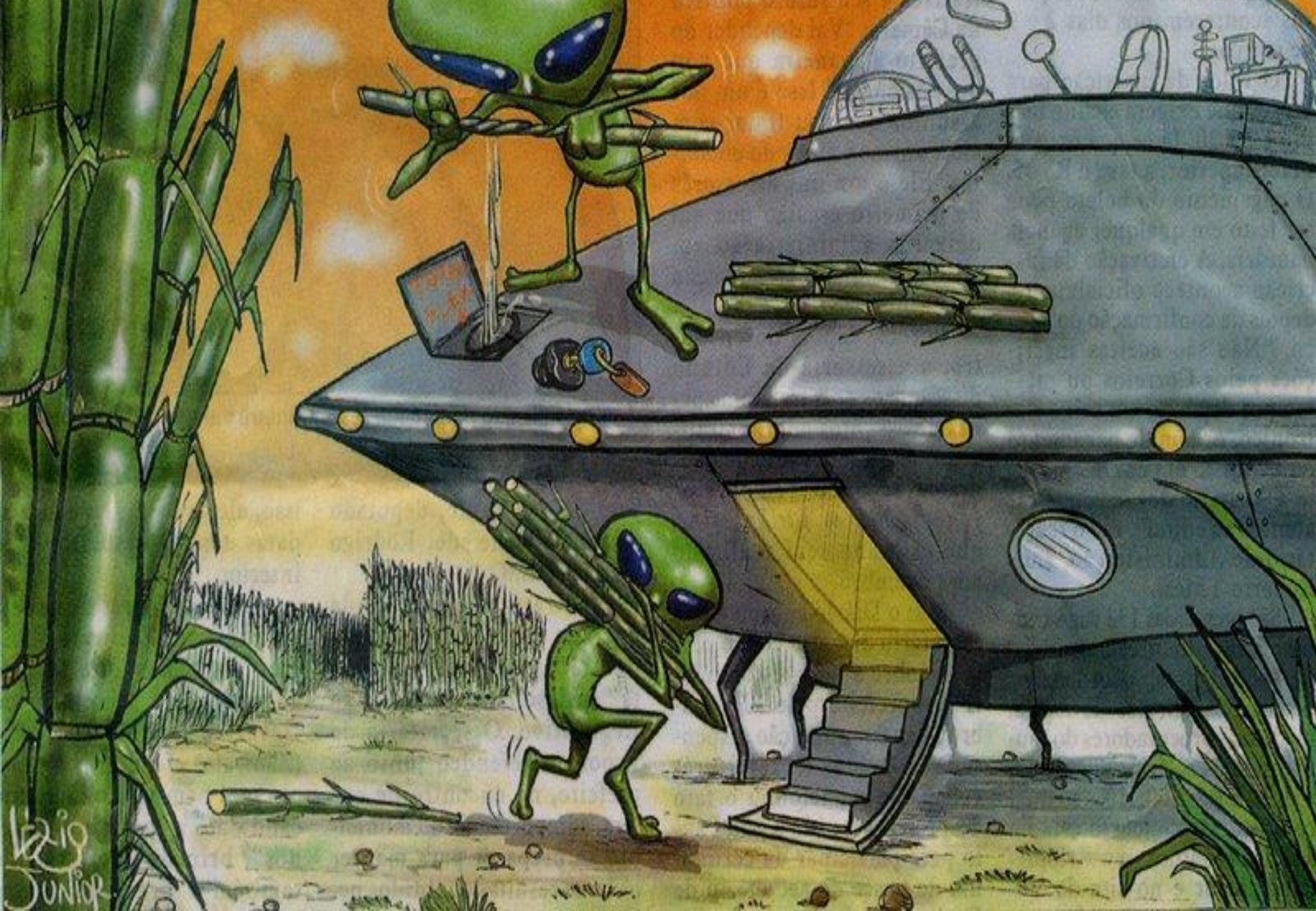
es muy mas importante

que el conocimiento."



Albert Einstein

EL FUTURO





CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

UFSCar

ARARAS, SP - BRASIL



www.vico.ufscar.br

Conclusiones

- En Brasil, los biocombustibles son una fuente importante de desarrollo económico, con implicaciones importantes en la mejora de las condiciones de vida en las zonas productoras.
- La inversión a largo plazo en el sector tuvo varios resultados positivos, entre los que presentan una serie de innovaciones y adelantos tecnológicos de importancia, mostrando que el sector tiene un enorme potencial como multiplicador de riqueza.

Conclusiones:

- En Brasil, los biocombustibles son una fuente importante de desarrollo económico, con implicaciones importantes en la mejora de las condiciones de vida en las zonas productoras.
- La inversión a largo plazo en el sector tuvo varios resultados positivos, entre los que presentan una serie de innovaciones y adelantos tecnológicos de importancia, mostrando que el sector tiene un enorme potencial como multiplicador de riqueza.

Muchas graças!

*Prof. Dr. Octávio Antonio Valsechi
vico@ufscar.br*

