



Congreso Internacional Ambiental Manizales

*“Tendencias en el tratamiento integral de
aguas residuales”*

Manizales, septiembre 18 - 21 de 2017



Instituto de Estudios Ambientales IDEA
Sede Manizales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Universidad[®]
Católica
de Manizales



Biomasa (fuente energética)
Manejo de efluentes (aprovechamiento energético)
Cultivos para biodigestión (finalidad energética)

Ing. Heriberto DORADO

Director para América Latina, BIOTEC INTERNATIONAL S.C.

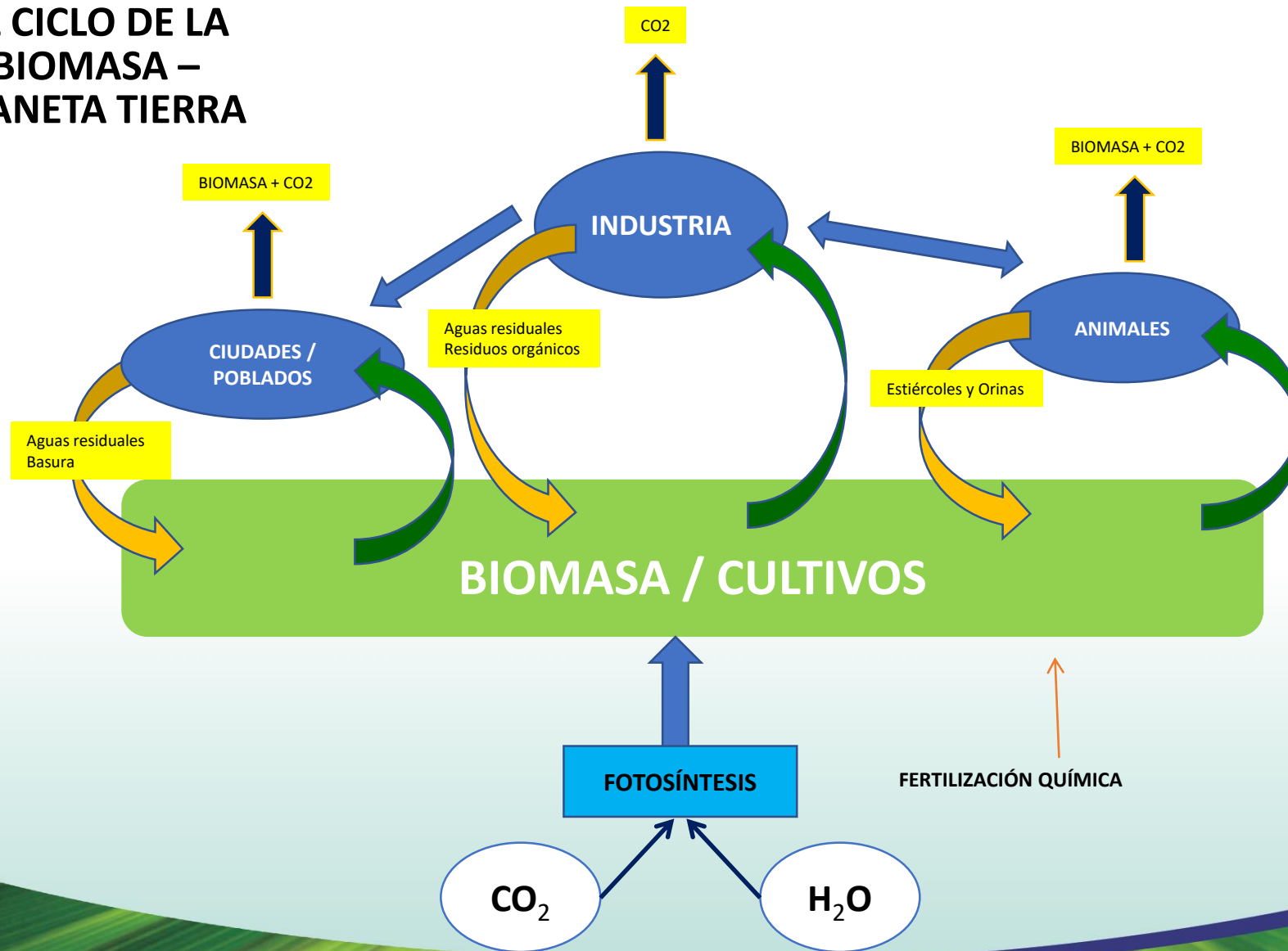
Ingeniero Civil de la Universidad del Valle, Colombia



BIOMASA

(Toda materia orgánica que puede emplearse para obtener energía)

EL CICLO DE LA BIOMASA – PLANETA TIERRA



PROCESOS DE CONVERSIÓN DE LA BIOMASA



Aprovechamiento agrario y energético de **BIOMASA** agrícola y agroindustrial

SECTORES: ▶ AGROINDUSTRIA
▶ ENERGÍA RENOVABLE

OBJETIVO: Generar **gas natural renovable** a partir de biomasa (cultivos energéticos/residuos)

MATERIAS PRIMAS: ▶ EFLUENTES Y RESIDUOS
▶ CULTIVOS FORRAJEROS



Riesgo:

Si bien la combustión de la biomasa es una vía tecnológica práctica y conocida de aprovechamiento energético de la biomasa, tiene el inconveniente de volatilizar el carbono y el Nitrógeno (emisiones atmosféricas), lo que impide su devolución a los suelos y puede amenazar la sostenibilidad agrícola de las plantaciones y en consecuencia la sostenibilidad del negocio.



Sustitución del petróleo:

Gasolina: bioetanol
Diesel / Fuel-Oil: biodiesel

Sustitución del carbón: leña, biomasa seca

Sustitución del gas natural: Biogás



CÓMO SE PRODUCE?

Bioetanol

= producción de alcohol por fermentación de una materia azucarada y destilación de este alcohol

Conclusión:

- Materia prima con azúcares (jugo de caña, almidones, ...)
- Proceso fermentativo seguido por destilación

Requiere energía para la destilación

Subproducto: vinazas

Bio-diesel

= proceso químico al aceite (vegetal o animal)

Aceite + metanol → Biodiesel + glicerina

Subproducto = glicerina (10% de la cantidad de biodiesel generada)

Biogás

Fermentación de biomasa (residuo o cultivo)

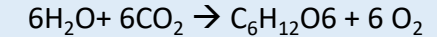
Aproximación:



La mayor parte del biogás en el mundo se genera aún a base de residuos y efluentes, en forma descentralizada.

Biomasa

Fotosíntesis:



= motor del Planeta Tierra y en consecuencia de la Humanidad

La biomasa seca se utiliza principalmente para combustión directa para cocinar o para vapor o agua caliente (con/sin cogeneración). Se comercializa a granel, en pacas o en pelets.

Fuentes más productivas de biomasa

Para biodiesel: palma

Para bioetanol: caña

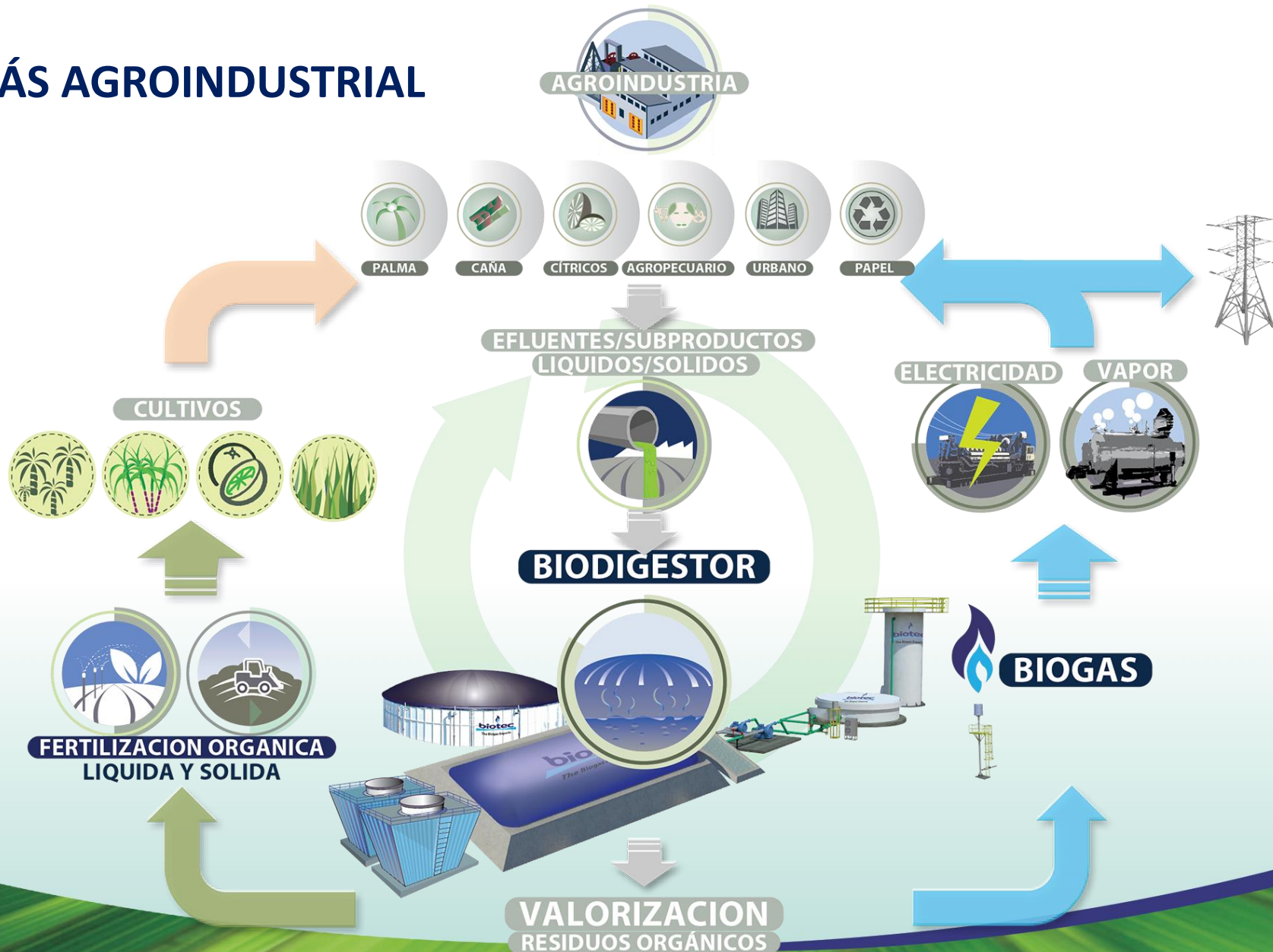
Para biogas: pastos y forrajes / caña / maíz

Para leña: eucalipto

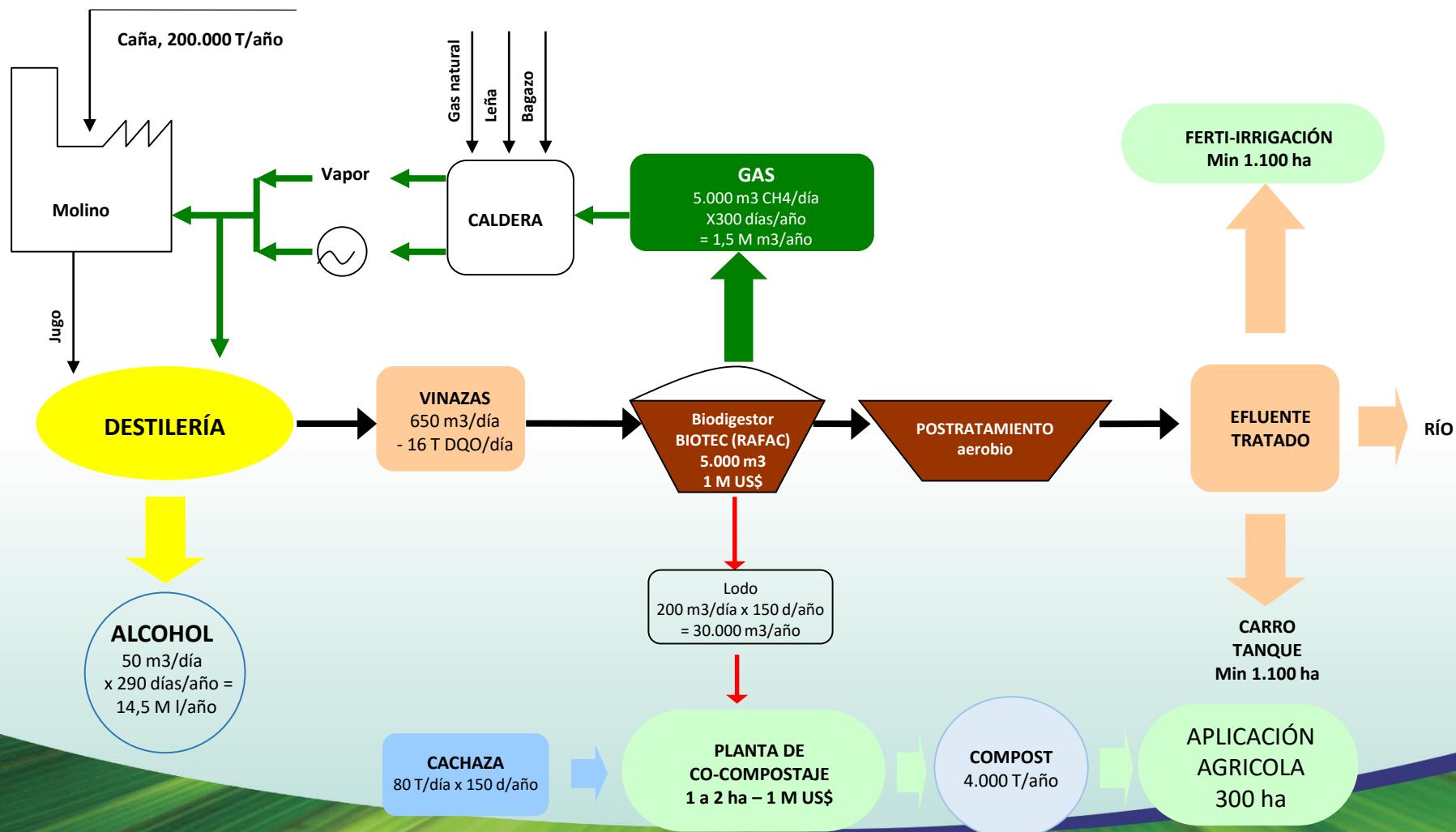
Producción (TEP) por tipo de cultivo

Cultivo	(sub)producto	Producción (en su unidad propia) por ha-año	Producción por subproducto (TEP/ha-año)	Producción Total (TEP/ha-año)
Leña (euca)	Troncos y ramas	24 T MS	10 TEP	10 TEP
Palma	Biodiesel	4 T	4	4,5
	CH ₄ de efluentes	300 m ³	0,25	
	CH ₄ de raquis	34 m ³	0,03	
	Fibra sobrante	0,8 T	0,22	
Caña - bioetanol	Bioetanol	7.500 litros	4,5	9
	Bagazo sobrante	21 T	4	
	CH ₄ vinazas	650 m ³	0,55	
Caña – biogás	CH ₄	4.500 m ³	3,8	9,8
	Bagazo	30 T	6	
Pasto	CH ₄	8.000 m ³	7	7

BIOGÁS AGROINDUSTRIAL



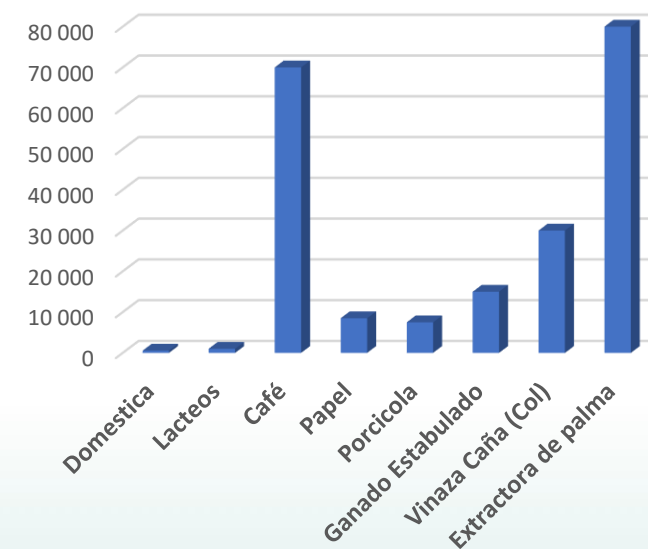
METANIZACIÓN DE EFLUENTES AGROINDUSTRIALES UN “BUSINESS AS USUAL”

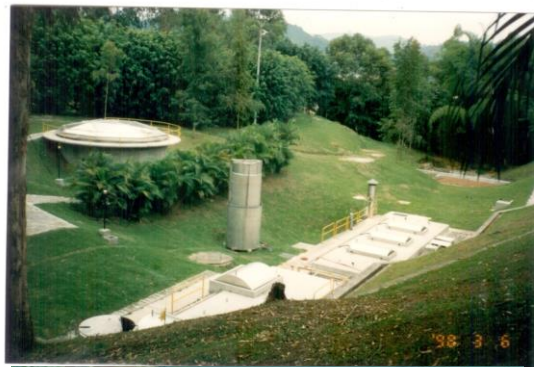




COMPARATIVOS DQO

Agua Residual	DQO, ppm			Referencia
	min	Prom	Max	
Doméstica	400	550	600	
Lácteos		1.000		
Café		70.000		Literatura(pulpa mucilago)
Papel	7.000	8.500	10.000	Came Min y Max
Porcícola	5.000	7.500	10.000	Granjas de diferentes tamaños
Ganado Estabulado	8.000	15.000	20.000	
Vinaza Caña (Col)	25.000	30.000	150.000	Sin concentrar
Extractor de palma	60.000	80.000	120.000	Biotec





Objetivos de estos proyectos de manejo de efluentes agro-industriales:



- Reducir la contaminación (cumplir con las normas de descarga)
- Recuperar parte de la materia prima, arrastrada en los efluentes
- Generar fertilizante orgánico
- Generar energía (biogás → vapor, electricidad)
- Certificaciones (buenas prácticas)

FERTILIZACIÓN LÍQUIDA MONITOREADA

“CERO” Contaminación, ausencia de descarga de efluentes

Disposición y valorización de lodos y efluentes

Sustitución de los fertilizantes químicos

Mejoramiento de los suelos

Incremento en los rendimientos



Formas de aplicación

Macro-gotero



Aspersión





Caso de éxito en Colombia (modelo RAC): **ACEITES MANUELITA ACEITES Y ENERGÍA**

San Carlos de Guaroa, Meta



OBJETIVOS

- ▶ **Tratar los efluentes** de una extractora de aceite de palma conjuntamente con los efluentes de una planta de biodiesel.
- ▶ **Producir 6 millones de m³ de metano al año**, lo que permite generar **16 toneladas de vapor** por hora + **1,4 MW** de electricidad (para asegurar la autosuficiencia energética de la planta de biodiesel).
- ▶ **Producir fertilizante orgánico líquido** para las plantaciones de palma.

BIOGÁS A PARTIR DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

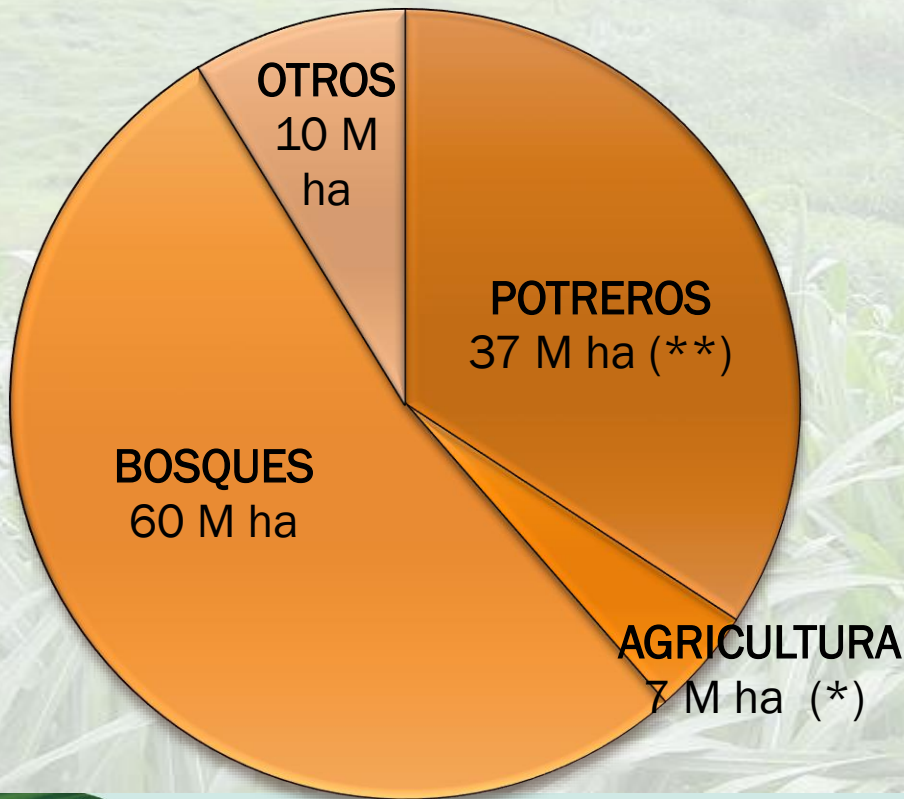
Población e industrias beneficiadas con electricidad en zonas alejadas/no interconectadas

1 ha = 8.000m³ CH₄ /año = 30.000 kWh/año



USO DE LA TIERRA EN COLOMBIA (114 M ha)

(Fuente: Ministerio de Agricultura)



▶ **37 millones**

de hectáreas de
potreros en Colombia

▶ Con 1 millón de hectáreas de
cultivos de pastos (King Grass o
equivalente) es posible reemplazar
TODO el gas natural de Colombia

BIOGÁS AGRÍCOLA

Obtenido a partir de **cultivos** de pastos y forrajes de alta productividad



Pastos



Caña



Maíz
Forrajero



Sorgo



BIODIGESTORES



Fertilización Orgánica

Distribución Gas y
GNV



Generación de
Energía Eléctrica



Generación
Energía térmica



www.bio-tec.net

DESDE 1984



SUPERFICIE AGRÍCOLA REQUERIDA PARA SUSTITUIR LOS COMBUSTIBLES FÓSILES EN COLOMBIA

TIPO DE COMBUSTIBLE		Demanda energética de Colombia (M TEP/año)	Superficie de cultivo requerida (ha)	Tipo de cultivo
Gas	➡	8,4	1.300.000	Pastos y forrajes
Petróleo	➡	15,4	3.500.000	Caña y palma
Carbón	➡	3,5	350.000	Leña
TOTAL		27,3	5.150.000	

POTENCIAL DEL BIOGÁS AGRÍCOLA EN COLOMBIA



- ▶ **Consumo de gas natural fósil de Colombia:** ± 10.000 millones de m^3 /año
(incluye gas domiciliario, GNV, sector industrial, refinería de Ecopetrol y generación eléctrica)
Área de cultivos de pastos y forrajes requerida para sustituir el gas natural fósil: 1'000.000 de hectáreas
- ▶ **Consumo de electricidad de Colombia:** 65 millones de MWh/año

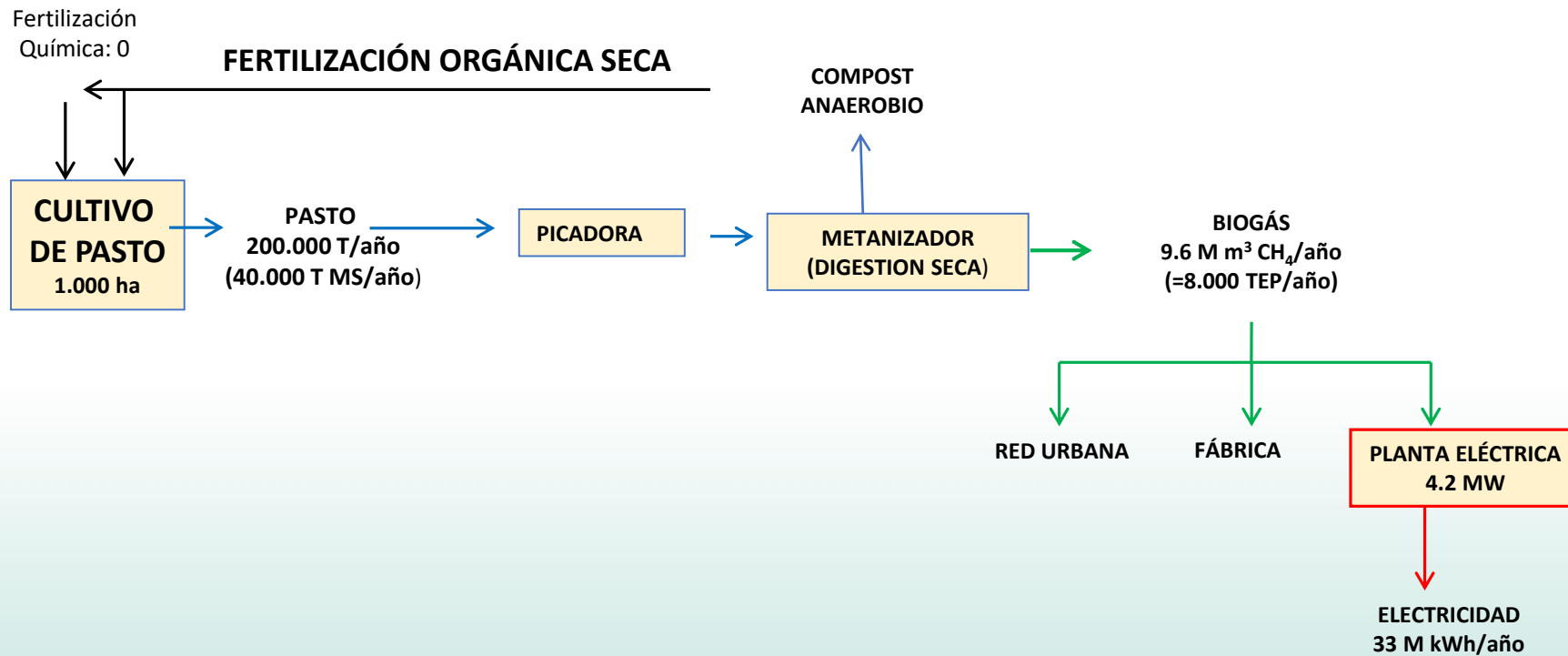
CULTIVOS ENERGÉTICOS (MATERIAL VEGETAL)

Pastos y forrajes - Caña

Una de las ventajas de los cultivos energéticos es que su precio no es función de la demanda alimenticia sino del valor de la energía, cuya demanda es casi infinita (sustitución del petróleo). Por esto tiene precio “piso”, lo que muy pocos cultivos del mundo tienen.

A saber: un aumento de la extensión del cultivo no genera una disminución en el valor del producto.

GENERACION DE BIOGÁS CON CULTIVOS DE PASTO



Alemania – pastos y ensilaje de maíz
(Merzig - (550 m³ CH₄/h)



Alemania (Lúpulo, maíz y pasto) - 11
MW)



Alemania, Sistema de
“biodigestores-garajes”
para pastos





GRACIAS POR SU ATENCIÓN

heriberto.dorado@bio-tec.net