REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA

Desarrollo y Consolidación del Mercado de Biocombustibles en Colombia

Biofuels Consulting

Bogotá, 22 de Agosto de 2007

Biofuels Consulting

El Equipo (en el orden de la presentación):

- José Eddy Torres — Director del Proyecto
- Roberto Albán — Mercados y Normatividad
- Lesmes Corredor — Análisis Tecnológico
- Consuelo Ortiz — Análisis Agronómico - SIG
- Félix Betancourt — Portafolio de Proyectos – Modelo de Optimización

Contenido

- Introducción
- Mercados y Normatividad
- Análisis Tecnológico
- Análisis Agronómico - SIG
- Análisis del Portafolio de Proyectos
- Conclusiones y Recomendaciones

Biofuels Consulting

UPME

Introducción

OBJETIVO

Realizar un análisis comprensivo de las restricciones y oportunidades estratégicas para el desarrollo sustentable de la cadena del mercado de etanol combustible y el biodiesel en Colombia, para lo cual se abarcaron cuatro ejes temáticos:

EJES TEMÁTICOS

MERCADOS NORMATIVIDAD ECONOMICO FINANCIERO	TECNOLOGÍA MOTORES PLANTAS
AGRONÓMICO AMBIENTAL SOCIOECONÓMICO	PORTAFOLIO DE PROYECTOS

SIG BFC – Áreas Potenciales Cultivos Promisorios
Modelo BFC – Localización de Plantas

Biofuels Consulting

UPME

Iniciativas Años 70

Iniciativas en los 70's para impulsar mezclas E20 :

- Materia prima: caña de azúcar, caña panelera y yuca
- + altos precios del petróleo, fin autosuficiencia petrolera, abundancia tierras aptas, climas óptimos para cultivos, generación empleo rural.
- - bajo rendimiento producción materia prima, inestabilidad de la mezcla, competencia desigual "combustibles vs. comestibles", efectos ambientales, balance energético, Caño Limón (1983) y Cusiana (1988).

Nueva Era de Biocombustibles difiere de los Años 70

- Madurez tecnológica industria de biocombustibles, especialmente en etanol. Tecnología de biodiesel también avanza.
- A la espera de biocombustibles de segunda generación (celulósicos)
- Atractivo económico: Protocolo de Kyoto / Cambio Climático - Precios internacionales del petróleo
- Por primera vez: oportunidad realista de sustitución de combustibles fósiles a escalas masivas con fuentes renovables de energía, más allá de Brasil

¿Cómo estamos hoy en Colombia?

FACTORES A FAVOR

- Normatividad Etanol lista; Biodiesel casi lista
- Estímulos Económicos
  - Fórmulas de precios atractivas
  - Incentivos tributarios
  - Líneas de Fomento
  - Régimen de zonas francas
- Tierra más que suficiente sin conflicto uso

¿Cómo estamos hoy en Colombia?

FACTORES A FAVOR

Acciones nacionales en firme 2001-2007:

- Decisiones de fondo tomadas - sectores público y privado
- Gremios y sistema científico-tecnológico movilizados
- Capitales nacionales vinculados al naciente sector
- Ya se produce y distribuye E10 y se tiene primera planta montada para producción de biodiesel

¿Cómo estamos hoy en Colombia?

FACTORES LIMITANTES:

- Mercado pequeño y estructuralmente DECRECIENTE de gasolina y E10
- Infraestructura y consumo de GNC creciendo tras despegue lento – ¿flex-fuel implica surtidores 100% biocombustible?
- Mercado diesel en alza pero pequeño
- Restricciones técnicas para aumentar mezclas por encima de E10 y B5
- El desarrollo de la industria necesariamente tendría que ser para exportación

¿Cómo estamos de Proyectos?

- Casi 60 identificados – muchos de promotores, pocos de inversionistas
- 5 Destilerías operando – 1.050.000 L/d = 71% del E10 demandado hoy; 87% del 2010; >90% de 2015
- Oleoflores inaugurada – 50.000 t-a – suficiente para B5 Costa sin carbón
- Mercado interno de biocombustibles se satura con 2-3 plantas adicionales

Análisis de Mercados,
Aspectos Económicos y Financieros

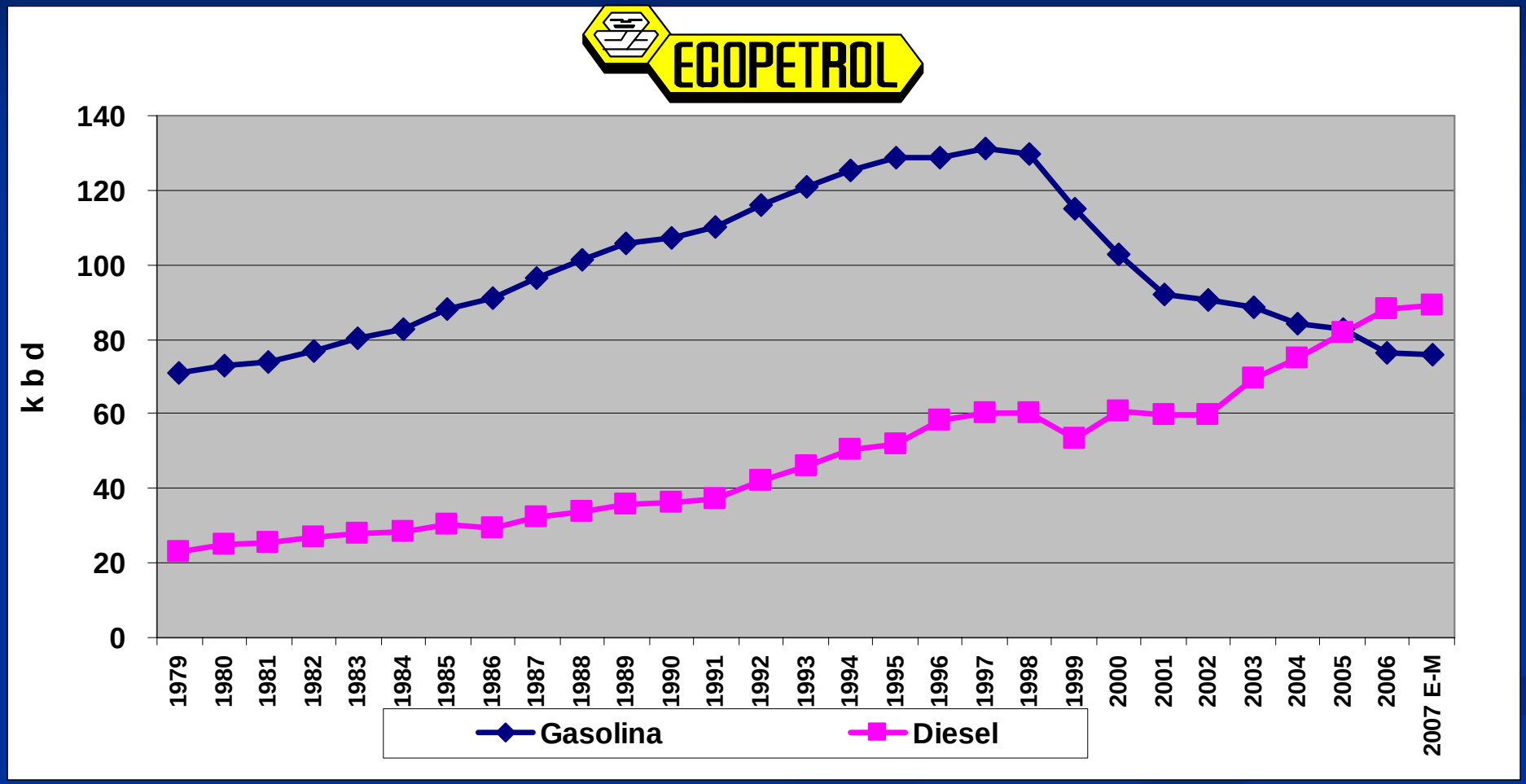
Biofuels Consulting

UPME

Mercado Nacional

- Mercado nacional para E-10 pequeño y estructuralmente decreciente
- Mercado nacional para B-5 pequeño
- Opciones :
  - Presionar incremento en mezcla, por ejemplo: E-20; B-10 o mayores
  - Volcarse al mercado externo

Ventas de Gasolina y Diesel de ecopetrol



Biofuels Consulting

UPME

Las Tendencias son Estructurales

- Gasolina Motor:

EVOLUCION DE LAS VENTAS DE GASOLINA MOTOR POR ESTACIONES DE SERVICIO 1996 - 2005

Segmento Usuario	GM 1996	GM 2005	Diferencia	Cambio
Taxis	23 288	13 767	-9 521	**-41%**
Colectivo	22 719	1 439	-21 280	**-94%**
Carga	19 439	14 008	-5 431	**-28%**
Acuático	1 067	2 645	1 578	**148%**
Tr. Particular	64 233	54 756	-9 477	**-15%**
Auto generación	3 512	478	-3 034	**-86%**
Otros Sectores	4 391	3 421	- 970	**-22%**
Total via Estaciones	139 441	93 160	-46 281	**-33%**

  - Desaparición Transporte Colectivo GM
  - Renovación Segmento Taxis
  - Ajustes parque particular (motos, GNC en altos cilindrajes)

Las Tendencias son Estructurales

- Diesel

EVOLUCION DE LAS VENTAS DE DIESEL OIL POR ESTACIONES DE SERVICIO 1996 - 2005

Segmento Usuario	DO 96	DO 05		Cambio
Taxis	213	844	631	**296%**
Colectivo	8 155	19 379	11 224	**138%**
Carga	28 955	31 977	3 022	**10%**
Acuático	1 018	2 162	1 144	**112%**
Tr. Particular	817	1 849	1 032	**126%**
Auto generación	2 849	554	-2 295	**-81%**
Otros Sectores	4 277	4 577	300	**7%**
Total via Estaciones	46 443	63 503	17 060	**37%**

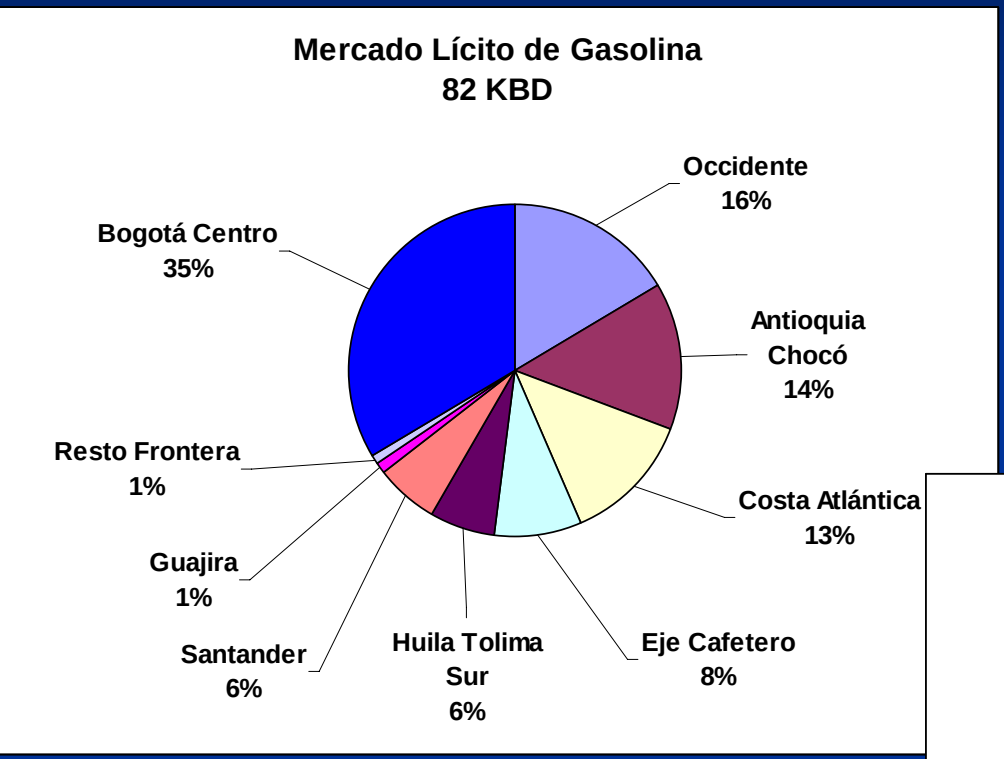
- Mayor incremento en transporte colectivo: a más de 23.000 BPDC incluyendo grandes consumidores (triplicó en la década)
- Carga también significativa (>3.000 BPDC)

Biofuels Consulting

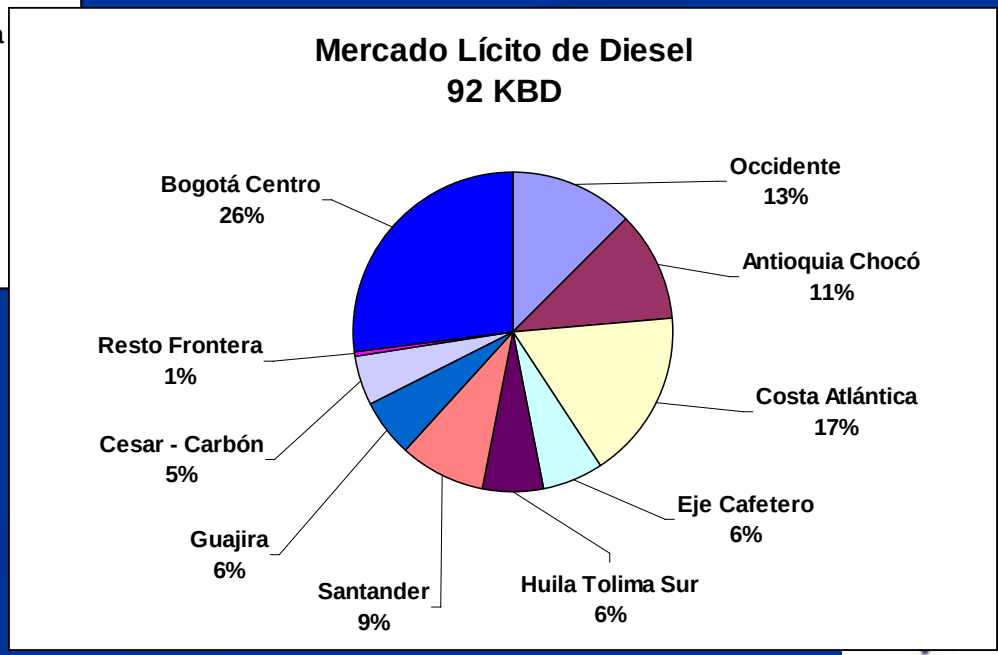
UPME

Mercado Lícito de Gasolina y Diesel

Cadena Lícita - 2006



39.6 M-Lts/mes de Etanol para E10



235 K-Ton/año de Biodiesel para B5

Biofuels Consulting

UPME

Etanol - Ciudades Principales

Ciudades	Población (miles)	Consumo Gasolina Barriles/Día	Requerimiento Etanol 10% K-Lts/mes
Bogotá	7,186	19,686	9,519
Cali	2,423	7,115	3,440
Medellín	2,094	8,981	4,342
Barranquilla	1,387	2,114	1,022
Cartagena	1,030	1,449	701
Cúcuta	743	164	79
Pereira	522	1,222	591
Bucaramanga	577	1,723	833
Total	**15,962**	**42,454**	**20,528**
% del País	38%	52%	52%

Biofuels Consulting

UPME

Alcohol – Regiones Geográficas

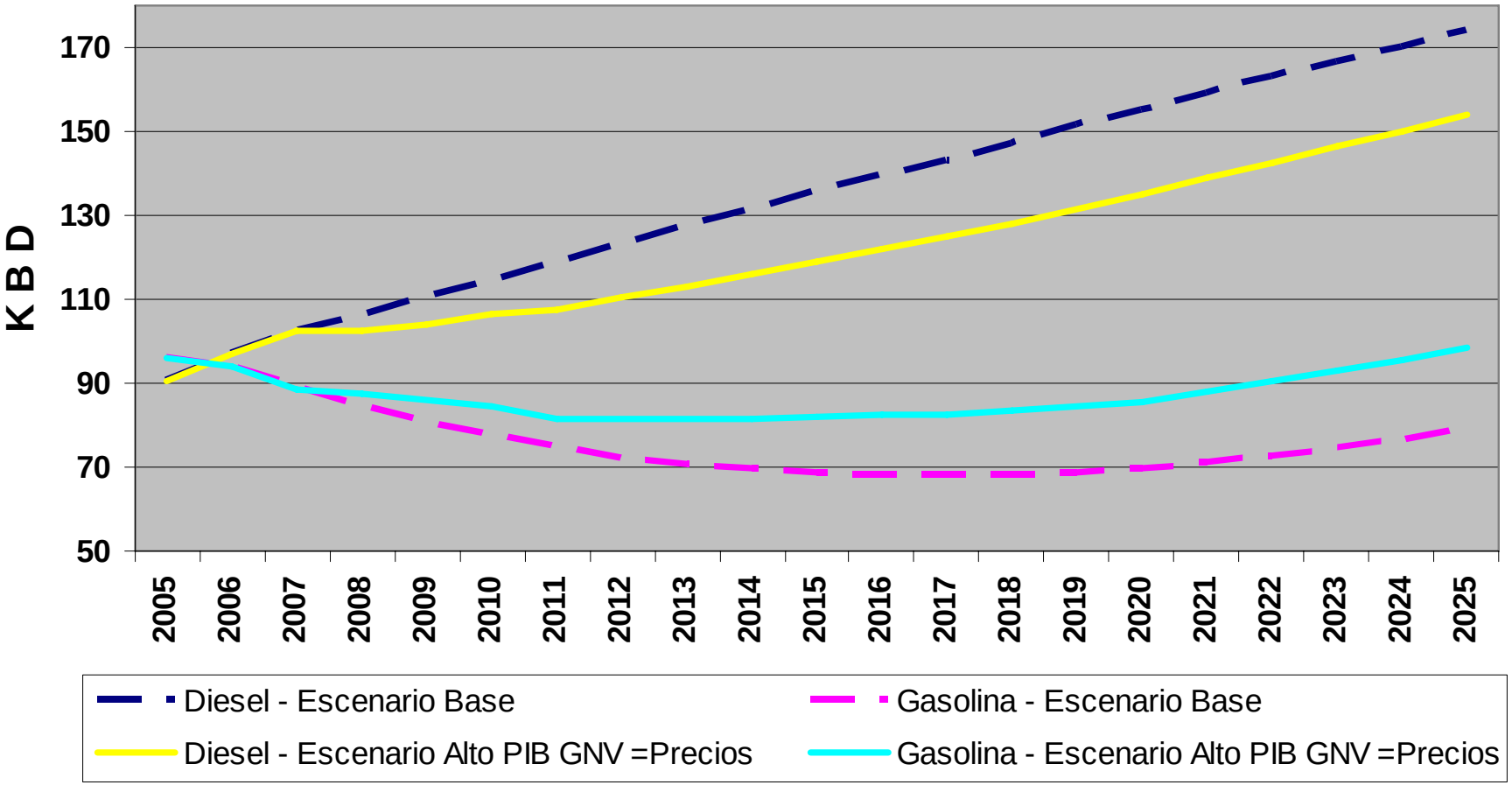
Regiones	Consumo Gasolina Barriles/Día	Requerimiento Etanol 10% K-Lts/mes
Gasolina Oxigenada en 2007		
Bogotá - Centro	27,469	13,282
Occidente	13,470	6,513
Eje Cafetero	6,641	3,211
Santander	5,197	2,513
Total Gasolina Oxigenada	52,776	25,519
Sin Gasolina Oxigenada		
Antioquia - Chocó	11,850	5,730
Costa	11,153	5,393
Huila - Tolima - Sur	5,301	2,563
Resto del País	805	389
Total No Oxigenado	29,109	14,075
Total Mercado Lícito	**81,885**	**39,594**

Biofuels Consulting

UPME

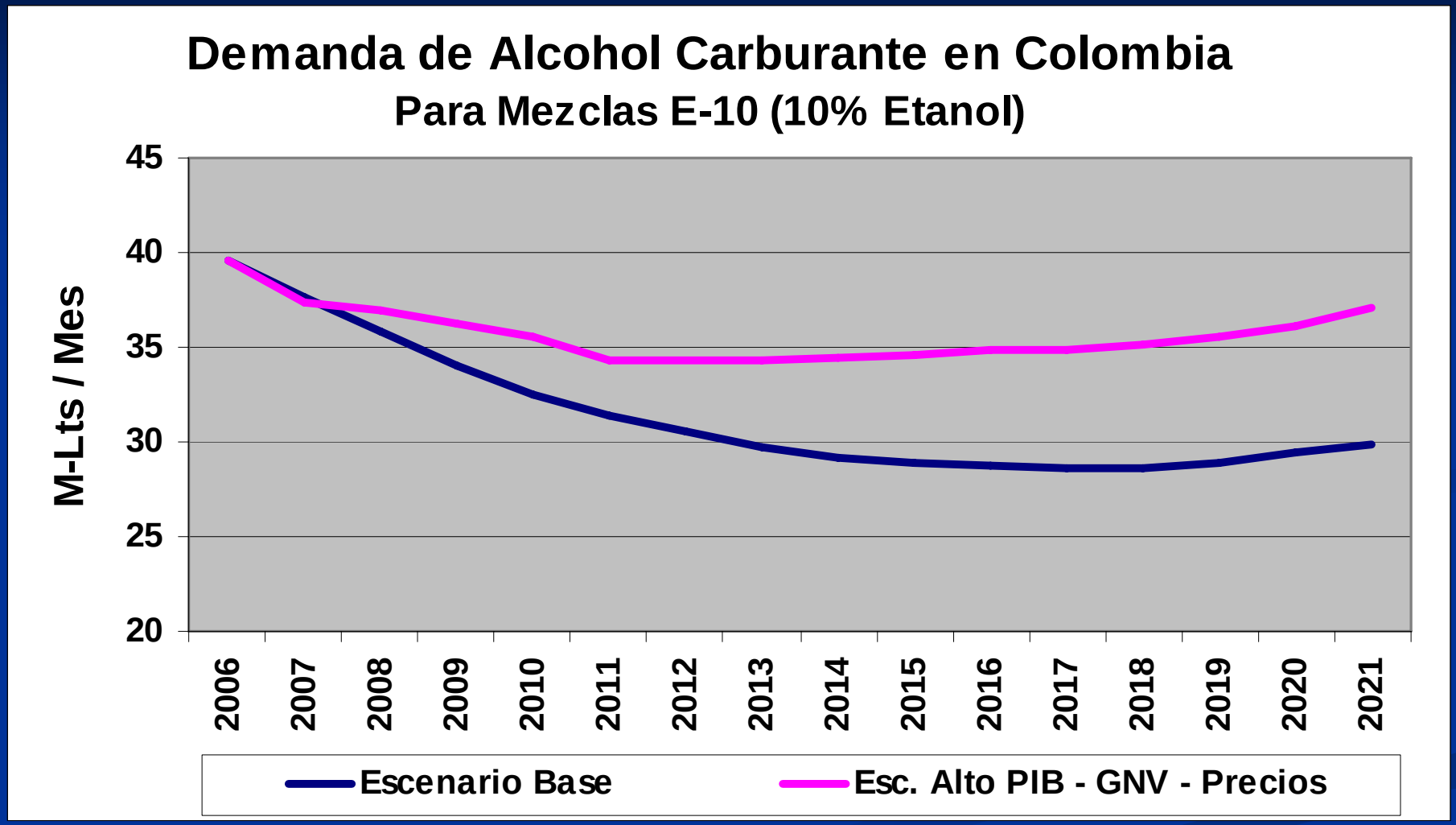
Proyecciones UPME 2007

Escenario Base vs. Escenario Alto PIB GNV =Precios



Biofuels Consulting

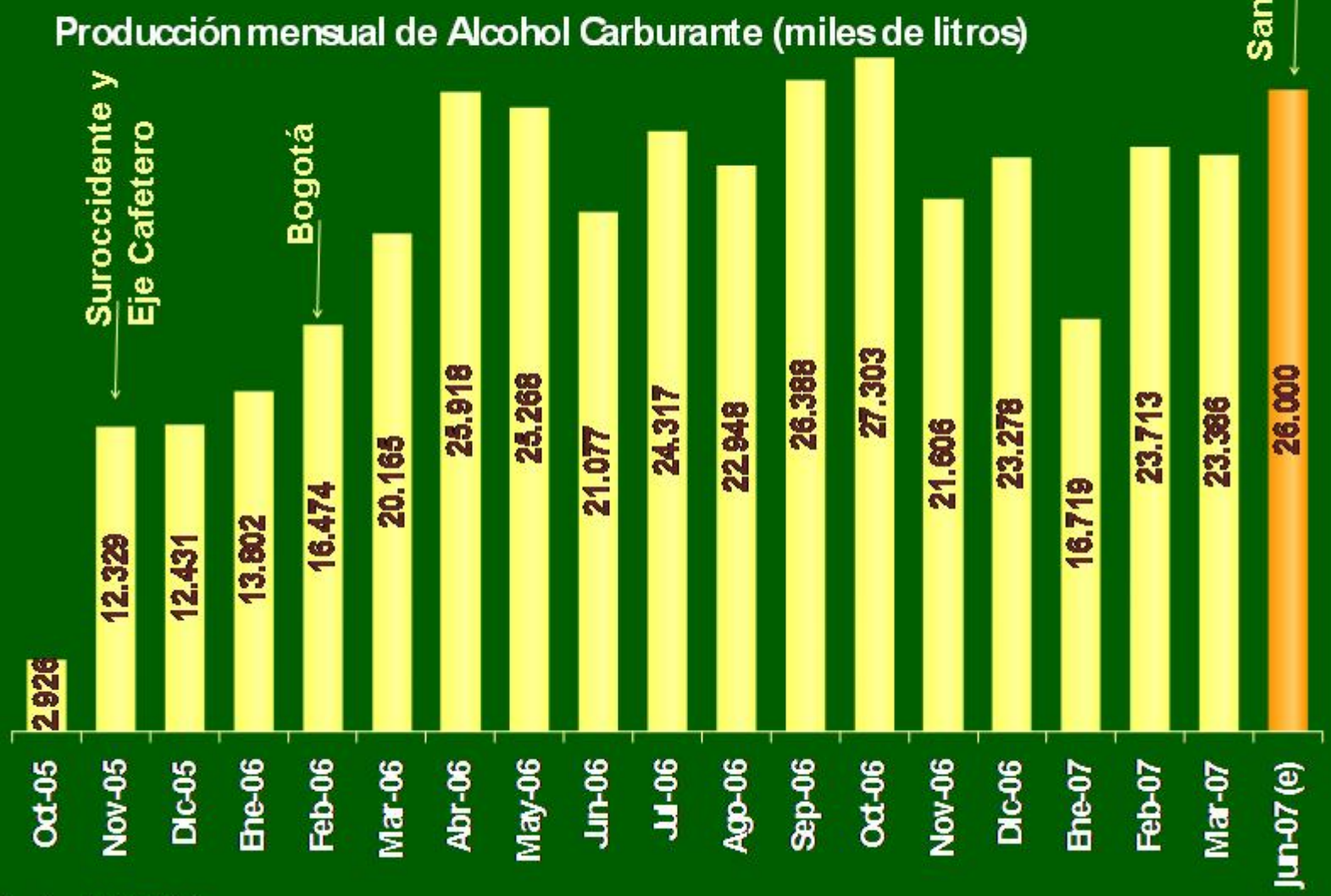
UPME



Biofuels Consulting

UPME

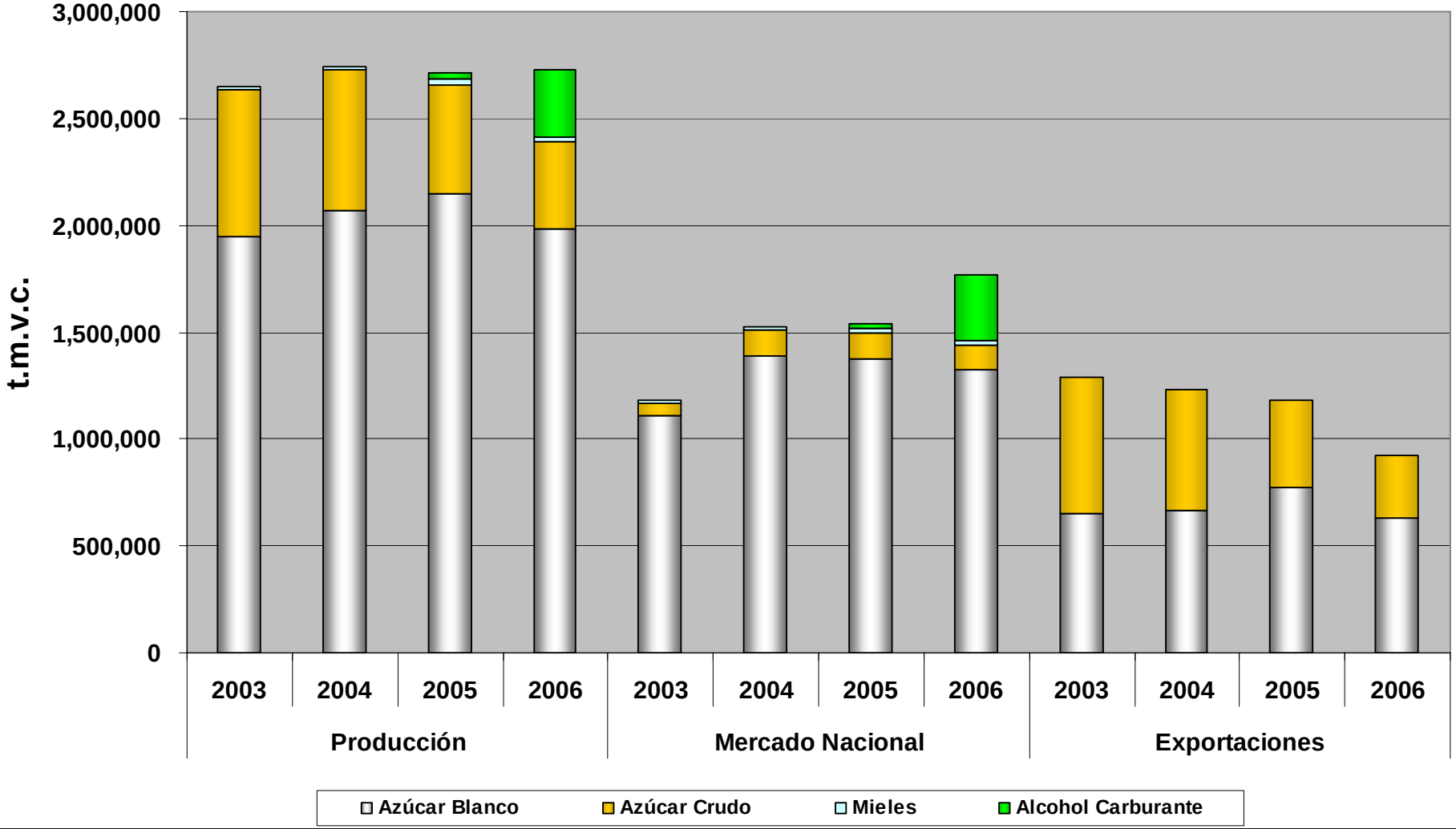
Producción Mensual de Alcohol Carburante



Fuente: asocaña.

Producción Promedio Mensual = 23 millones de litros

Evolución de la Producción y Ventas
Azúcar y Alcohol Carburante

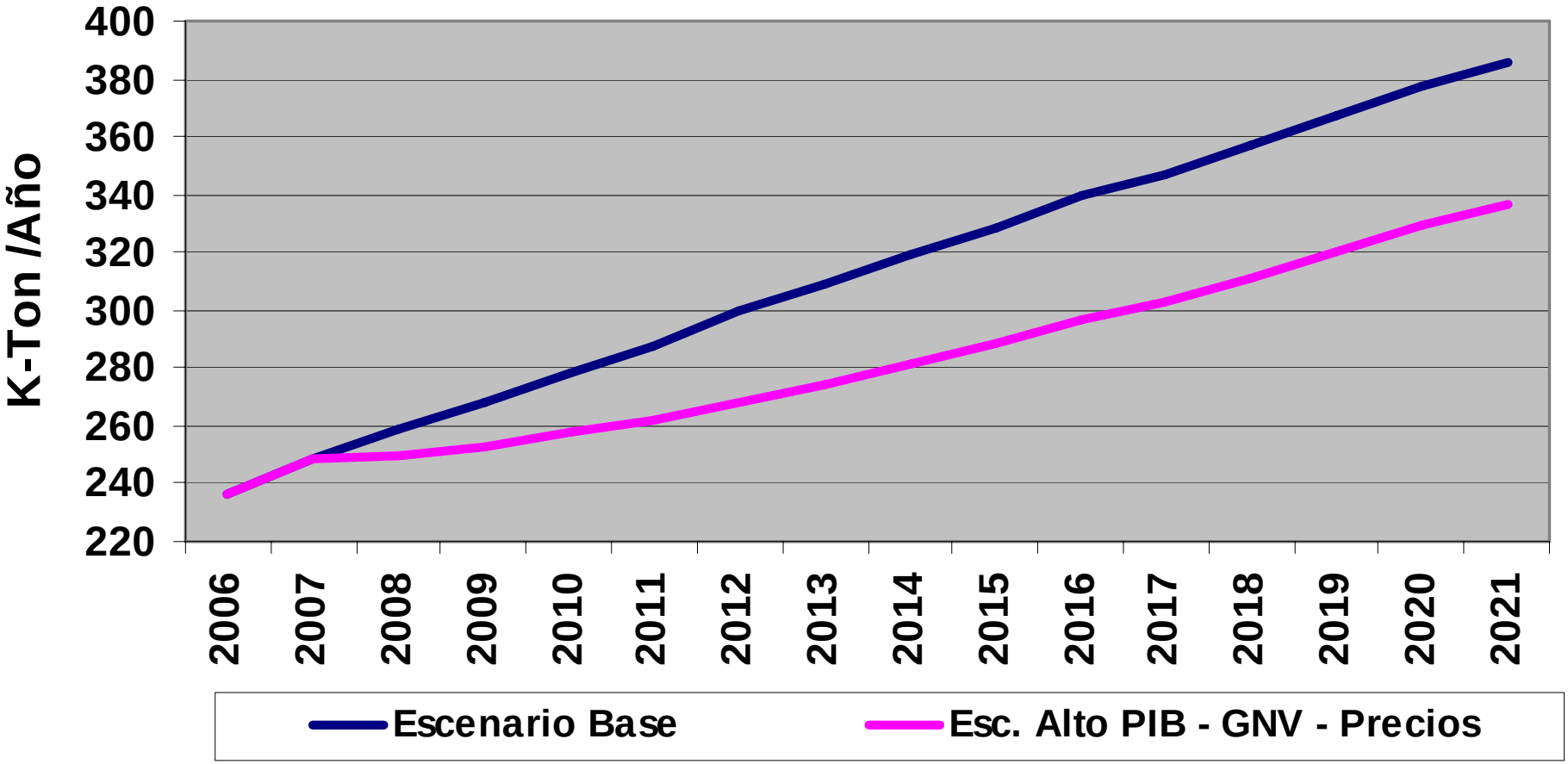


Biofuels Consulting

UPME

Demanda de Biodiesel en Colombia

Para Mezclas B-5 (5% Biodiesel)



Biofuels Consulting

UPME

Plantas de Biodiesel en Construcción 2007-2008

No.	Región	Inversionistas	Capacidad Tons/año	Capacidad Gal/año	Capacidad litros/año	Fecha de Entrada
1	Norte (Codazi, Cesar)	Oleoflores S.A.	50.000	15.155.700	57.364.325	May-07
2	Norte (Santa Marta)	Odin Energy Santa Marta Corp	36.000	10.912.104	41.302.314	Oct-07
3	Norte (Santa Marta)	Biocombustibles Sostenibles del Caribe S.A.	100.000	30.311.400	114.728.649	Nov-07
4	Oriental (Facatativá)	Bio D. S.A.	100.000	30.311.400	114.728.649	Dic-07
Capacidad de Producción Subtotal			**286.000**	**86.690.604**	**328.123.937**	

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Presentación Agricultura Energética en Colombia – Julio 18 de 2007 – Cámara de Comercio Colombo Británica

Biofuels Consulting

UPME

Plantas de Biodiesel en Factibilidad 2007-2009

No.	Región	Inversionistas	Capacidad Tons/año	Capacidad Gal/año	Capacidad Litros/año	Fecha de Entrada
1	Oriental (Castilla la Nueva, Meta)	Biocastilla S.A.	10.000	3.031.140	11.472.865	Mar-08
2	Central (B/bermeja)	Ecodiesel de Colombia S.A.	100.000	30.311.400	114.728.649	Jul-08
3	Oriental (San Carlos de Guaroa, Meta)	Aceites Manuelita S.A.	100.000	30.311.400	114.728.649	Sep-08
4	Occidental (Tumaco)	Biodiesel de Colombia S.A.	100.000	30.311.400	114.728.649	Nov-08
5	Norte	Biocosta S.A.	100.000	30.311.400	114.728.649	Feb-09
Capacidad de Producción Subtotal			**410.000**	**124.276.740**	**470.387.461**	
Capacidad de Producción Total			**696.000**	**210.967.344**	**798.511.398**	

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Presentación Agricultura Energética en Colombia – Julio 18 de 2007 – Cámara de Comercio Colombo Británica

Biofuels Consulting

UPME

Marco Regulatorio

Biofuels Consulting

UPME

Normatividad

- Marco legal y normativo propicio y bastante completo => desarrollo de mercado interno
- Marco regulatorio ha sido dinámico
- Debe ajustarse al reto de competir en el mercado internacional
- Preocupa: incremento de % de mezcla por decreto

Marco Regulatorio

	Alcohol Carburante	Biodiesel
Impulso	Ley 693 / 01	Ley 939 / 04
Reglamento Técnico	Res. 180687 / 03 181069 / 05 181761 / 05 180671 / 07	Pendiente
	Decreto 2629 / 07	
Calidad	Resoluciones 1565 / 04 2200 / 05 1180 / 06	Res. 180782 / 07 (antes 1289 / 05 y 1180 / 06)

Biofuels Consulting

UPME

Marco Regulatorio

	Alcohol Carburante	Biodiesel
Impuestos	Ley 788 / 02 Ley 863 / 03	Ley 939/04
Precios	Resoluciones 181088 / 05 180222 / 06 181142 / 07	Resoluciones 181780 / 05 180212 / 07
Márgenes	Res. 181549 / 05	Res. 180127 / 07
	Res. 180769 / 07	
Tarifas de Transporte	Res. 181088 / 05 180384 / 05 180671 / 07	Resolución 181109 / 07

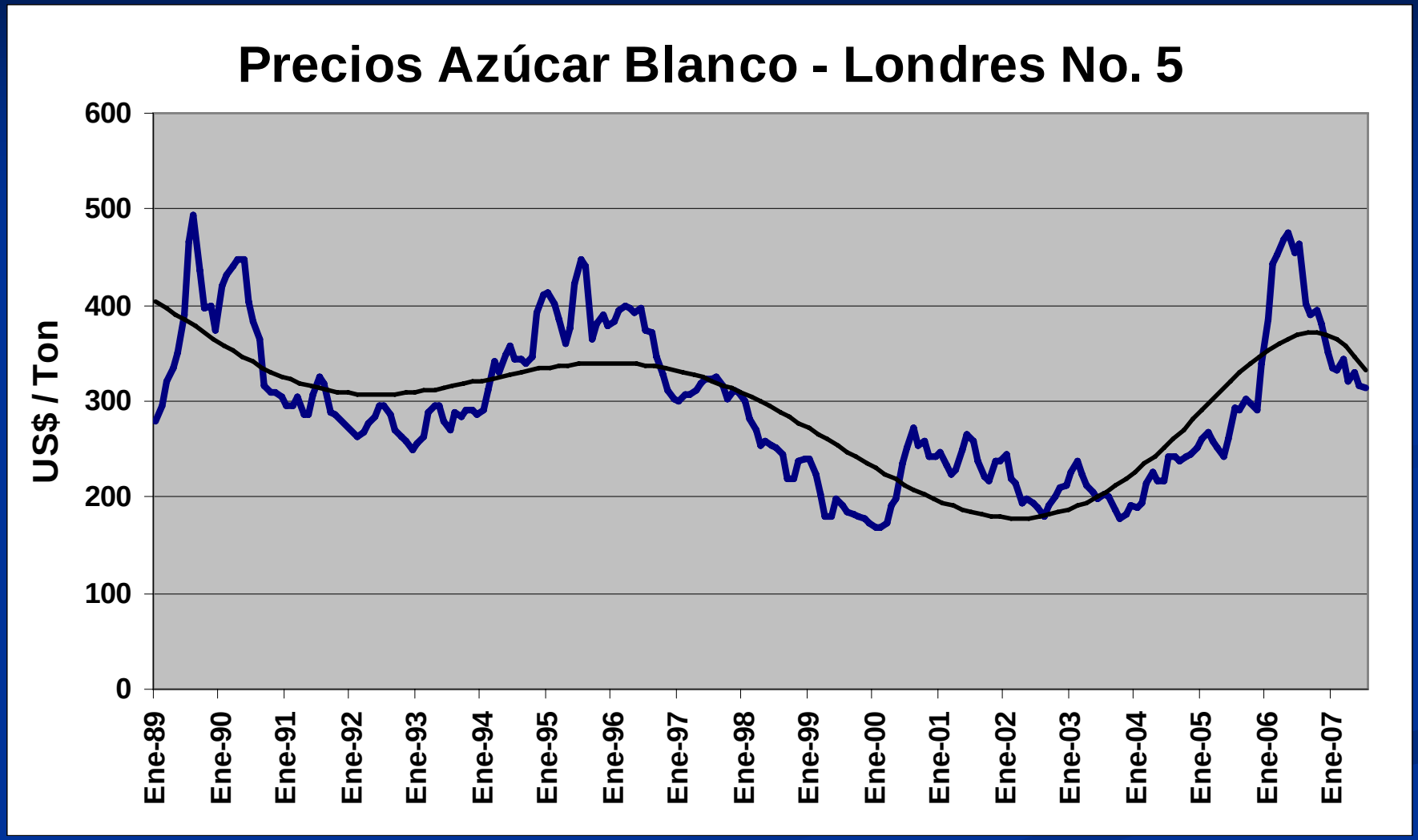
Biofuels Consulting

UPME

Fórmulas de Precios

- Buscan:
  - Blindar al productor reconociendo costos de oportunidad
  - Garantizar el abastecimiento interno
- Etanol: atados a PPE del azúcar blanco refinado
- Biodiesel: atados a PPE del aceite crudo de palma y al PPI del Diesel fósil a sustituir
- Tarifas de transporte: asumen que todo el biocombustible se produce en el mismo sitio
- Precios y fletes deben ajustarse para incentivar diversidad de regiones y cultivos :
  - Complejidad en las fórmulas al incluir otros cultivos

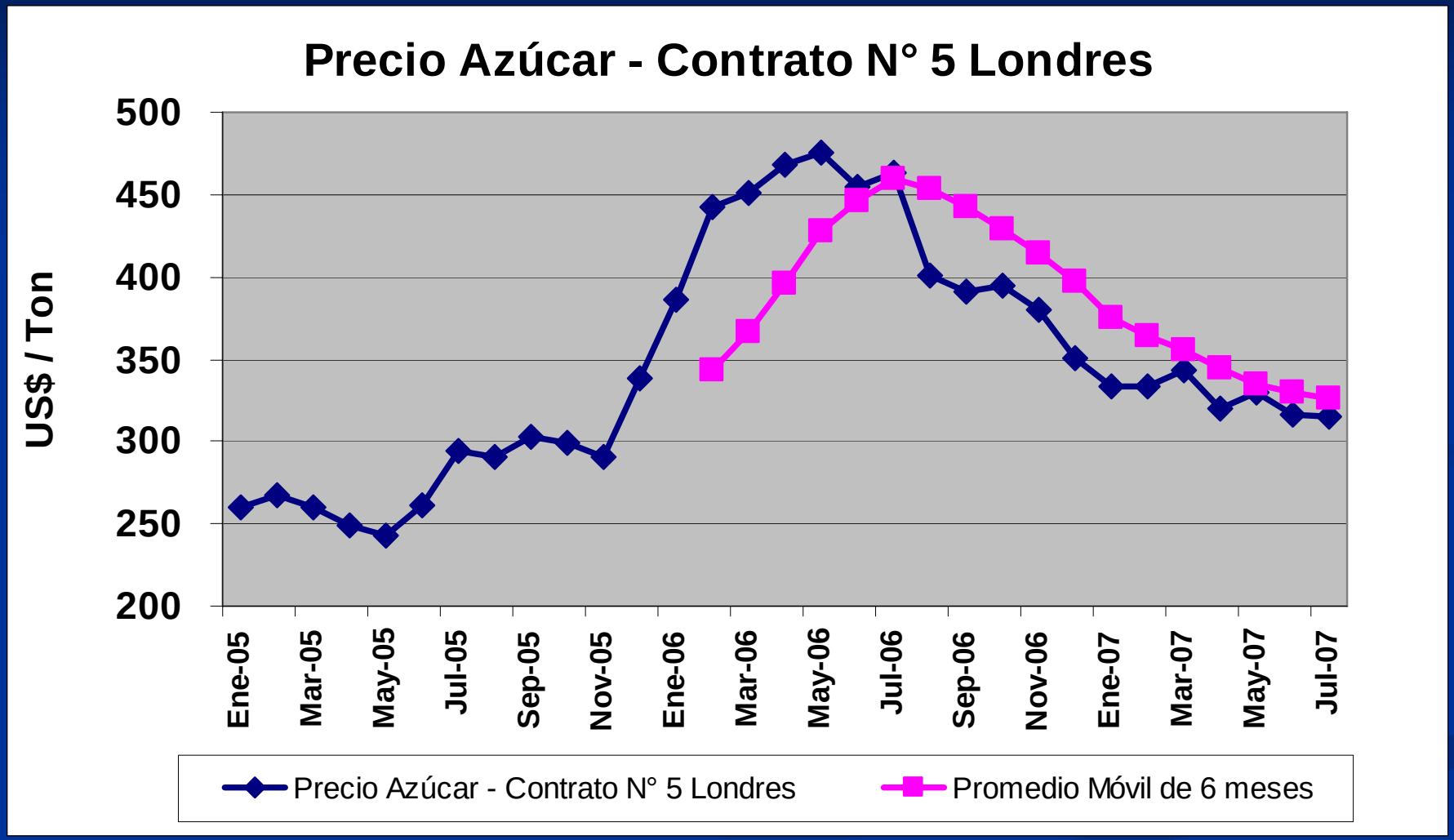
Precio Alcohol atado al del Azúcar



Biofuels Consulting

UPME

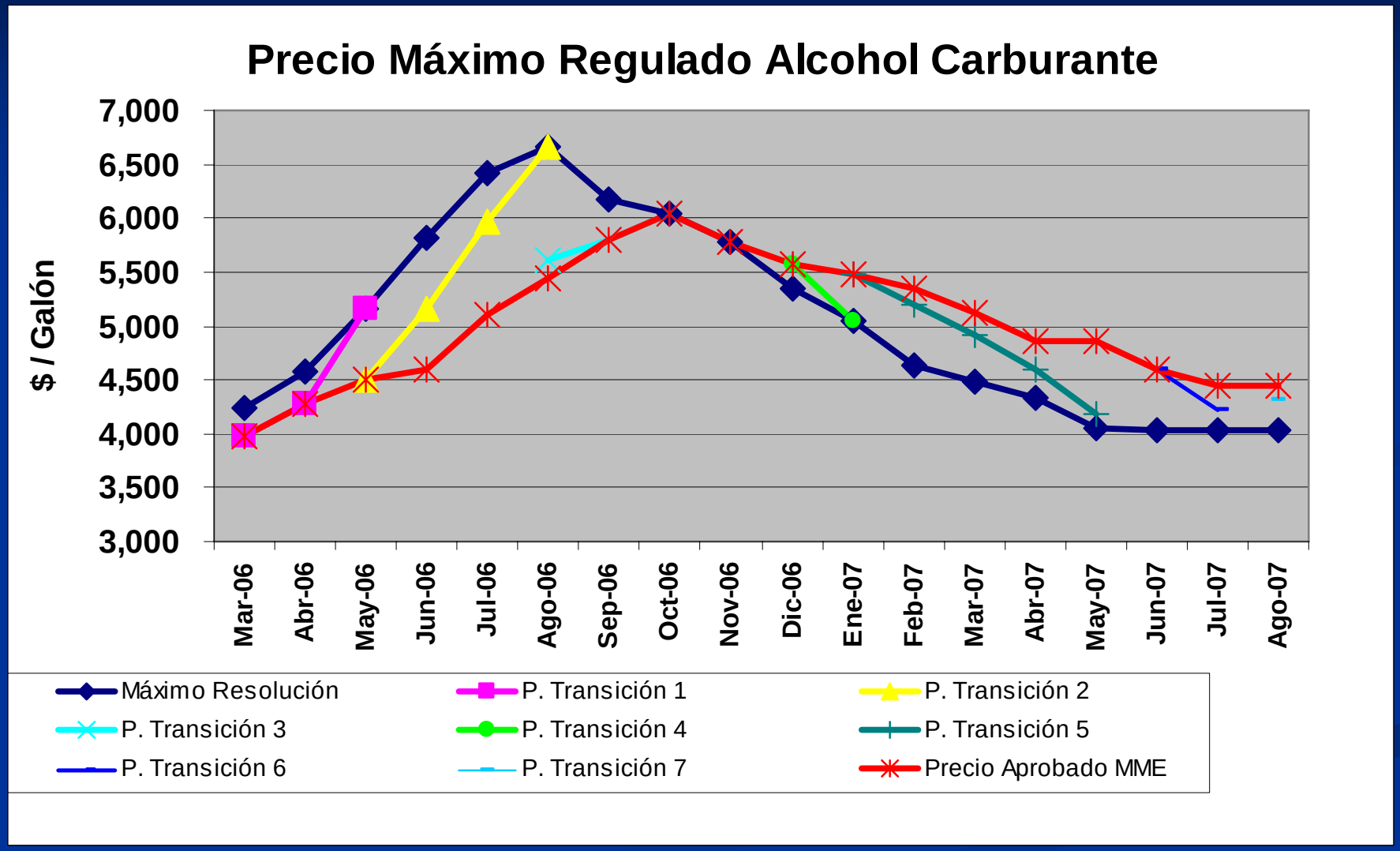
Precio Alcohol atado al del Azúcar



Biofuels Consulting

UPME

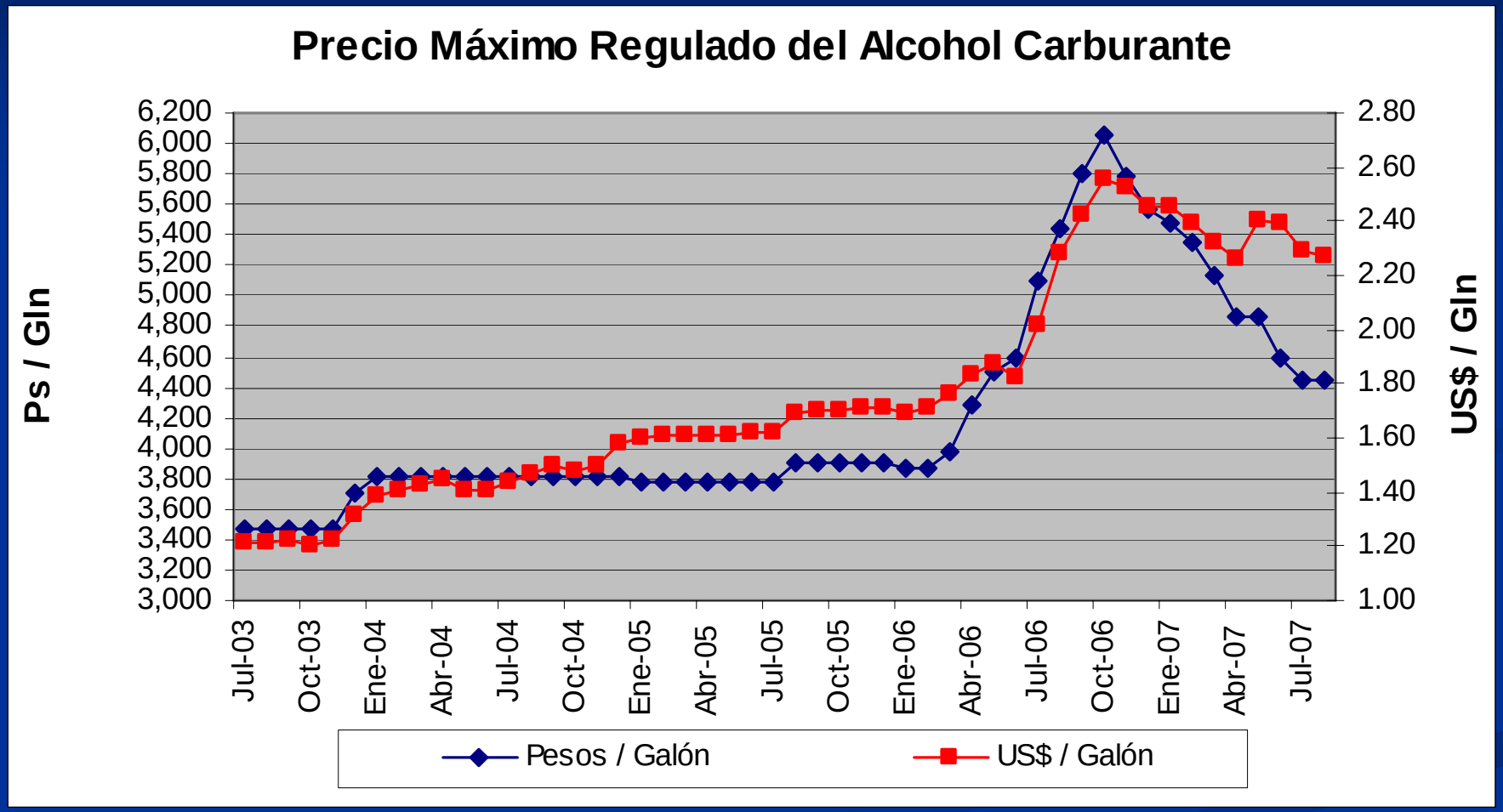
Precio Alcohol atado al del Azúcar



Biofuels Consulting

UPME

Precio Alcohol atado al del Azúcar



Biofuels Consulting

UPME

Estructura de Precios – Gasolina Oxigenada E10 – Bogotá Ago. 2007

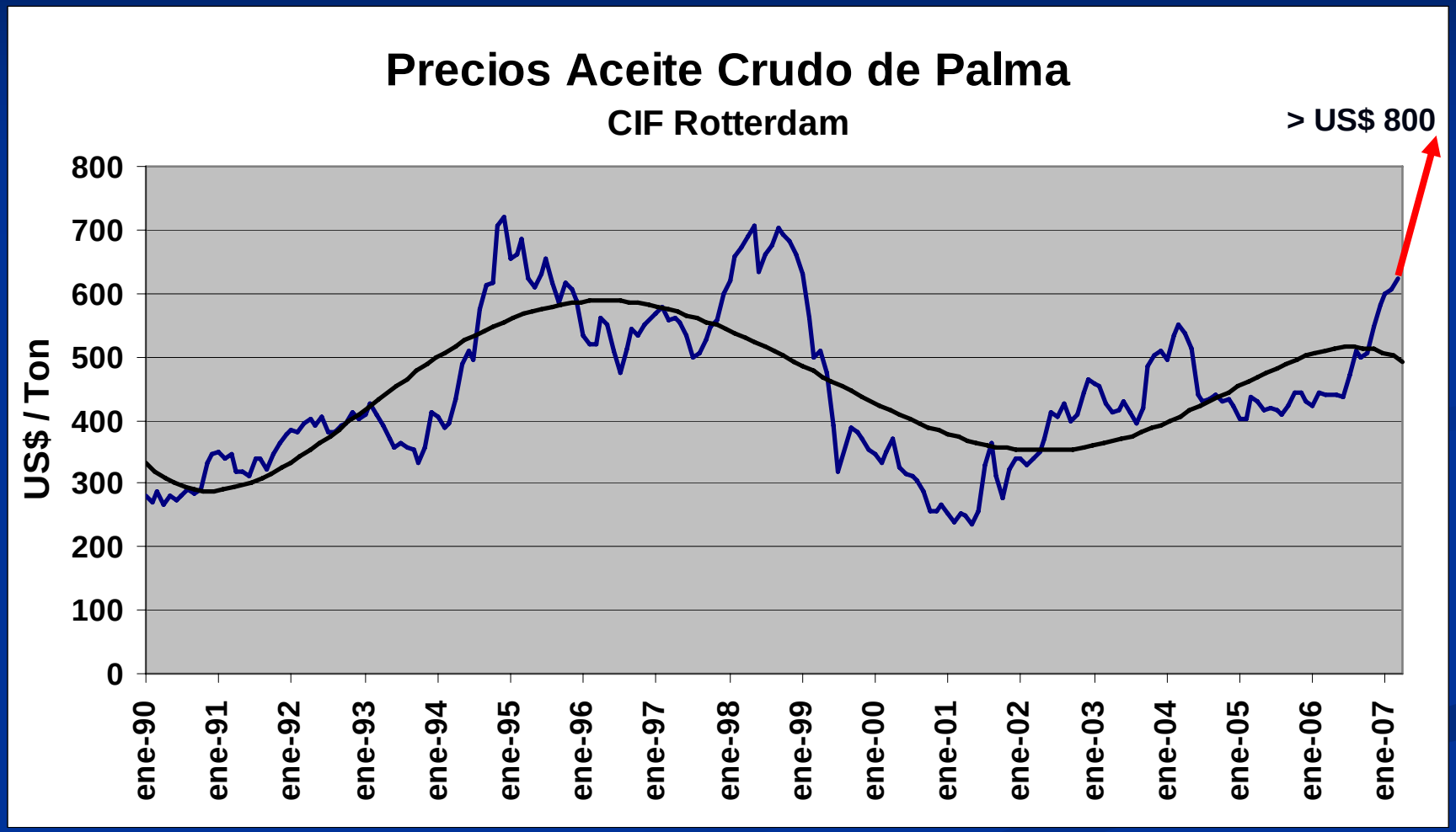
Ago-07	Pesos / Galón		
GASOLINAS OXIGENADAS Bogotá	**Gasolina Básica**	**Alcohol Carburante**	**Gasolina Oxigenada**
	90%	**10%**	**100%**
Gasolina Corriente			
1. Ingreso al Productor Gasolina Básica	3,241.68		2,917.51
2. Ingreso al Productor Alcohol		4,452.64	445.26
3. Ingreso al Productor Gasolina Oxigenada	3,241.68	4,452.64	3,362.78
4. IVA	518.67		466.80
5. Impuesto Global	678.04		610.24
6. Tarifa de Marcación	5.10	5.10	5.10
7. Transporte y/o Manejo Gasolina Básica	283.31		254.98
8. Transporte Alcohol Carburante		369.44	36.94
9. Precio Máx al Distribuidor Mayorista	4,726.80	4,827.18	4,736.84
10. Sobretasa	1,237.83		1,114.05
11. Margen distribuidor mayorista	165.46	165.46	165.46
12. Precio Máximo en Planta de Abasto	**6,130.09**	**4,992.64**	**6,016.35**
13. Margen del distribuidor minorista (Resolución)	370.00	370.00	370.00
14. Pérdida por evaporación	19.57	4.50	24.07
15. Transporte planta de abasto a E/S.	9.73	9.73	9.73
16. Precio de Venta al Público (Resolución)	**6,529.39**	**5,376.87**	**6,420.15**

UPME

Estructura de Precios – Gasolina Oxigenada E10 – Cali Ago. 2007

Ago-07	Pesos / Galón		
GASOLINAS OXIGENADAS Cali	Gasolina Básica	Alcohol Carburante	Gasolina Oxigenada
	90%	10%	100%
Gasolina Corriente			
1. Ingreso al Productor Gasolina Básica	3,241.68		2,917.51
2. Ingreso al Productor Alcohol		4,452.64	445.26
3. Ingreso al Productor Gasolina Oxigenada	3,241.68	4,452.64	3,362.78
4. IVA	518.67		466.80
5. Impuesto Global	678.04		610.24
6. Tarifa de Marcación	5.10	5.10	5.10
7. Transporte y/o Manejo Gasolina Básica	310.99		279.90
8. Transporte Alcohol Carburante		65.78	6.58
9. Precio Máx al Distribuidor Mayorista	4,754.48	4,523.52	4,731.39
10. Sobretasa	1,237.83		1,114.05
11. Margen distribuidor mayorista	165.46	165.46	165.46
12. Precio Máximo en Planta de Abasto	**6,157.78**	**4,688.98**	**6,010.90**
13. Margen del distribuidor minorista (Resolución)	370.00	370.00	370.00
14. Pérdida por evaporación	19.57	4.47	24.04
15. Transporte planta de abasto a E/S.	9.73	9.73	9.73
16. Precio de Venta al Público (Resolución)	**6,557.08**	**5,073.19**	**6,414.67**

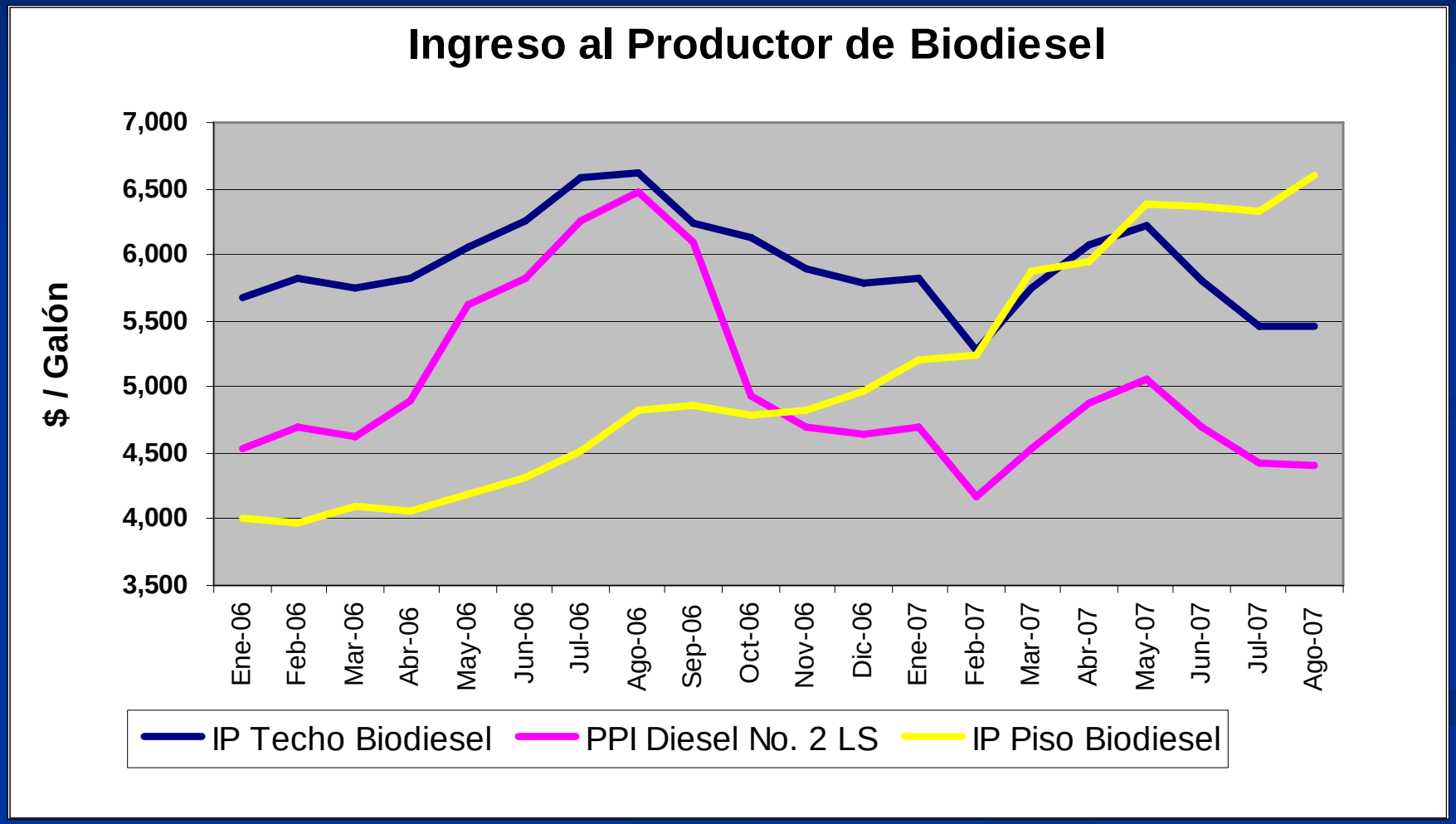
Precio Biodiesel atado a los del Diesel y Aceite de Palma



Biofuels Consulting

UPME

Precio Biodiesel atado a los del Diesel y Aceite de Palma



Biofuels Consulting

UPME

Estructura de Precios – Mezcla B5

Bogotá - Agosto 2007 – Con Precio Techo

ago-07	Estructura Real Ministerio de Minas		
Mezclas Petrodiesel - Biodiesel	**ACPM**	**Biodiesel**	**Mezcla**
Pesos / Galón	**95%**	**5%**	
1. Ingreso al Productor - Diesel	3,251.68		3,089.10
'2. Ingreso al Productor - Biodiesel		5,451.29	272.56
3. Ingreso al Productor - Mezcla	3,251.68	5,451.29	3,361.66
4. IVA	520.27		494.26
5. Impuesto Global	449.39		426.92
6. Tarifa de Marcación	3.50	3.50	3.50
7. Transporte y/o Manejo	283.31		269.14
8. Transporte Biodiesel		114.00	5.70
9. Precio Máx al Distribuidor Mayorista	4,508.15	5,568.79	4,561.18
10. Sobretasa	244.49	244.49	244.49
11. Margen distribuidor mayorista	175.20	175.20	175.20
12. Precio Máximo en Planta de Abasto	**4,927.83**	**5,988.47**	**4,980.86**
13. Margen del distribuidor minorista (Resolución)	370.00	370.00	370.00
14. Transporte planta de abasto a E/S.	9.73	9.73	9.73
15. Precio de Venta al Público (Resolución)	**5,307.56**	**6,368.20**	**5,360.60**
			53.03

Estructura de Precios – Mezcla B5

Bogotá - Agosto 2007 – Con Precio Piso

ago-07	Estructura Real Ministerio de Minas		
Mezclas Petrodiesel - Biodiesel	**ACPM**	**Biodiesel**	**Mezcla**
Pesos / Galón	**95%**	**5%**	
1. Ingreso al Productor - Diesel	3,251.68		3,089.10
'2. Ingreso al Productor - Biodiesel		6,609.37	330.47
3. Ingreso al Productor - Mezcla	3,251.68	6,609.37	3,419.56
4. IVA	520.27		494.26
5. Impuesto Global	449.39		426.92
6. Tarifa de Marcación	3.50	3.50	3.50
7. Transporte y/o Manejo	283.31		269.14
8. Transporte Biodiesel		114.00	5.70
9. Precio Máx al Distribuidor Mayorista	4,508.15	6,726.87	4,619.09
10. Sobretasa	244.49	244.49	244.49
11. Margen distribuidor mayorista	175.20	175.20	175.20
12. Precio Máximo en Planta de Abasto	**4,927.83**	**7,146.56**	**5,038.77**
13. Margen del distribuidor minorista (Resolución)	370.00	370.00	370.00
14. Transporte planta de abasto a E/S.	9.73	9.73	9.73
15. Precio de Venta al Público (Resolución)	**5,307.56**	**7,526.29**	**5,418.50**
			110.94

Otras Leyes Coadyudantes, Beneficios Tributarios y Financiación

Biofuels Consulting

UPME

Otras Normas e Incentivos

- Ley URE – Fomenta uso de fuentes no convencionales de energía incluyendo biomasa (Ley 697 / 01 y Dto. 386/03)
- Ley de Planeación Urbana Sostenible – fomenta uso de combustibles limpios incluyendo alcohole carburante y biodiesel
- Deducción 40% de inversiones en activos fijos reales productivos
- Promoción a los Cultivos de Tardío Rendimiento
- Régimen de Zonas Francas
- Cero aranceles para bienes de capital no producidos en el país

Hay Líneas de Fomento para Proyectos Bancables

- BANCOLDEX
- COLCIENCIAS - BANCOLDEX
- FINAGRO
- Programa Especial de Fomento y Desarrollo Agropecuario
- Esquemas de Financiación Privados

Análisis Tecnológico

Biofuels Consulting

UPME

DESEMPEÑO DE MEZCLAS ETANOL/GASOLINA

- AMBIENTAL

Diversos estudios tanto nacionales como internacionales ponen de manifiesto las bondades del uso del etanol en pequeñas proporciones en motores de ciclo Otto, especialmente en cuanto a desempeño ambiental se refiere.

En toda la bibliografía consultada se evidencia una reducción generalizada de emisiones contaminantes, con excepción de los aldehídos y los óxidos de nitrógeno

DESEMPEÑO ENERGÉTICO

Se han encontrado resultados muy disímiles en la revisión bibliográfica. Los ensayos realizados a nivel del mar en otras latitudes reportan un consumo adicional de combustible con el uso de mezclas etanol/gasolina. Por el contrario, los llevados a cabo en el país han arrojado resultados contradictorios.

En algo sí coinciden casi todos los autores nacionales, y es en la dificultad de poder extrapolar los resultados obtenidos en un motor a otro, ya que influyen además de la altura sobre el nivel del mar, sus características constructivas (relación de compresión, sistema de alimentación de combustible, sistema de encendido,…).

Propiedades del Combustible

Propiedad	Gasolina	Etanol
Fórmula Química	C_4 a C_{12}	C_2H_5OH o CH_3-CH_2OH
Peso Molecular (g)	100 - 105	46,07
Composición en peso (%)		
Carbono	85 - 88	52,2
Hidrógeno	12 - 15,0	13,1
Oxigeno	0	34,7
Densidad específica @ 15,5º C	0,72 - 0,78	0,796
Densidad @ 15,5º C, kg / m3	721,5 - 781,6	794,9
Temperatura de ebullición (º C)	26,6 - 225	77,7
Presión de vapor (kPa)	55,1 - 103,4	15,9
Octanos		
Teóricos (RON)	90 - 100	108
Pruebas de motor (MON)	81 - 90	92
(R+M)/2	86 - 94	100
Solubilidad en agua @ 21,1ºC		
Combustible en agua, % vol	Insignificante	100
Agua en combustible, % vol	Insignificante	100
Punto de solidificación ºC	-40	-173,2
Viscosidad @ 15,5º C, kg / m.s	3,7 - 4,4	11,9
Punto de inflamación ºC	-42,7	12,7
Temperatura de autoencendido ºC	257	422,8
Combustible vaporizado en la mezcla estequiométrica (% vol)	2	6,5
Límites de inflamabilidad, % vol		
Bajo	1,4	4,3
Alto	7,6	19
Calor latente de vaporización @ 15,5ºC kJ / l	250	662,8
Poder calorífico superior kJ / l	34785,8	23441,3
Poder calorífico inferior kJ / l	31623,5	21310,3
Relación estequiométrica másica aire/combustible	14,7	9

Promedio para diferentes mezclas de etanol		
Emisiones	10% Etanol	20% Etanol
HC	-14%	-25%
CO	-16%	-27%
NOx	0%	29%

Porcentaje de etanol (%)	Poder Calorífico de la mezcla etanol/gasolina MJ/litro	% reducción de la autonomía	Rendimiento de combustible (km/galón*)
0	32,23	0,00	35,2
10	31,24	-3.4	34
12	30,98	-4,9	33,47
14	30,8	-5	33,44
17	30,6	-6.22	33,01
20	30,26	-6,9	32,77
25	29,7	-8,5	32,21
30	29,22	-9.0	32
35	28,64	-11.93	31,31
40	29,06	-28.92	25,02

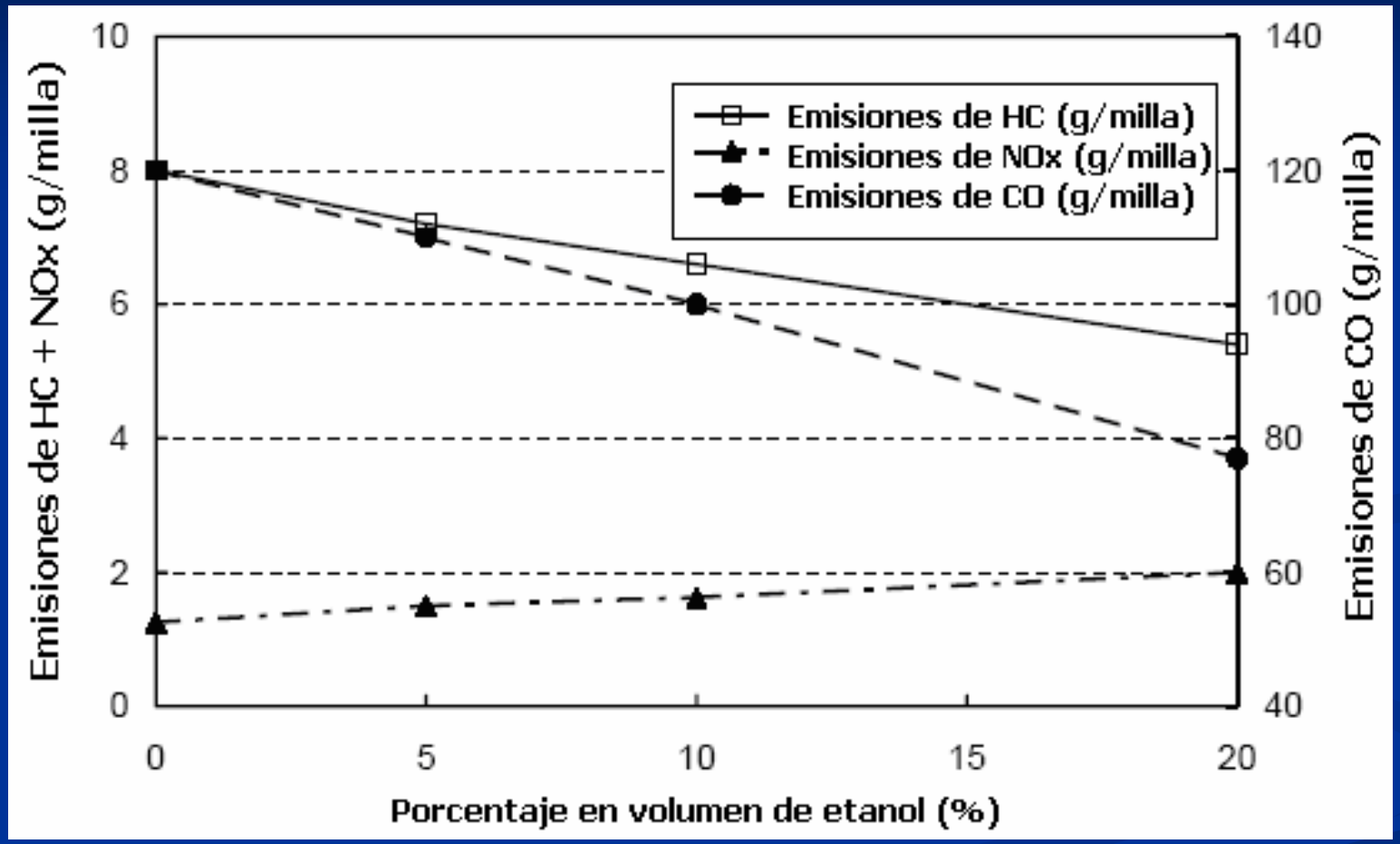
Fuente: GUERRIERI, David. Investigation into the vehicle exhaust emissions of high percentage ethanol blends. SAE 950777

Características de los vehículos para las pruebas etanol-gasolina

Vehículos por modelo y marca	Año del modelo	Recirculación de los gases de escape.
Ford Taurus	1990	Sí
Honda Accord	1992	Sí
Pontiac Bonneville	1990	Sí
Chevrolet Cavalier	1990	Sí
Ford Victoria	1990	Sí

Fuente: GUERRIERI, David; CAFFREY, Meter y RAO, Venkatesh. Investigation into the vehicle exhaust emissions of high percentage ethanol blends. U.S. Environmental Protection Agency. International Congress and exposition. Detroit, Michigan. 1995.

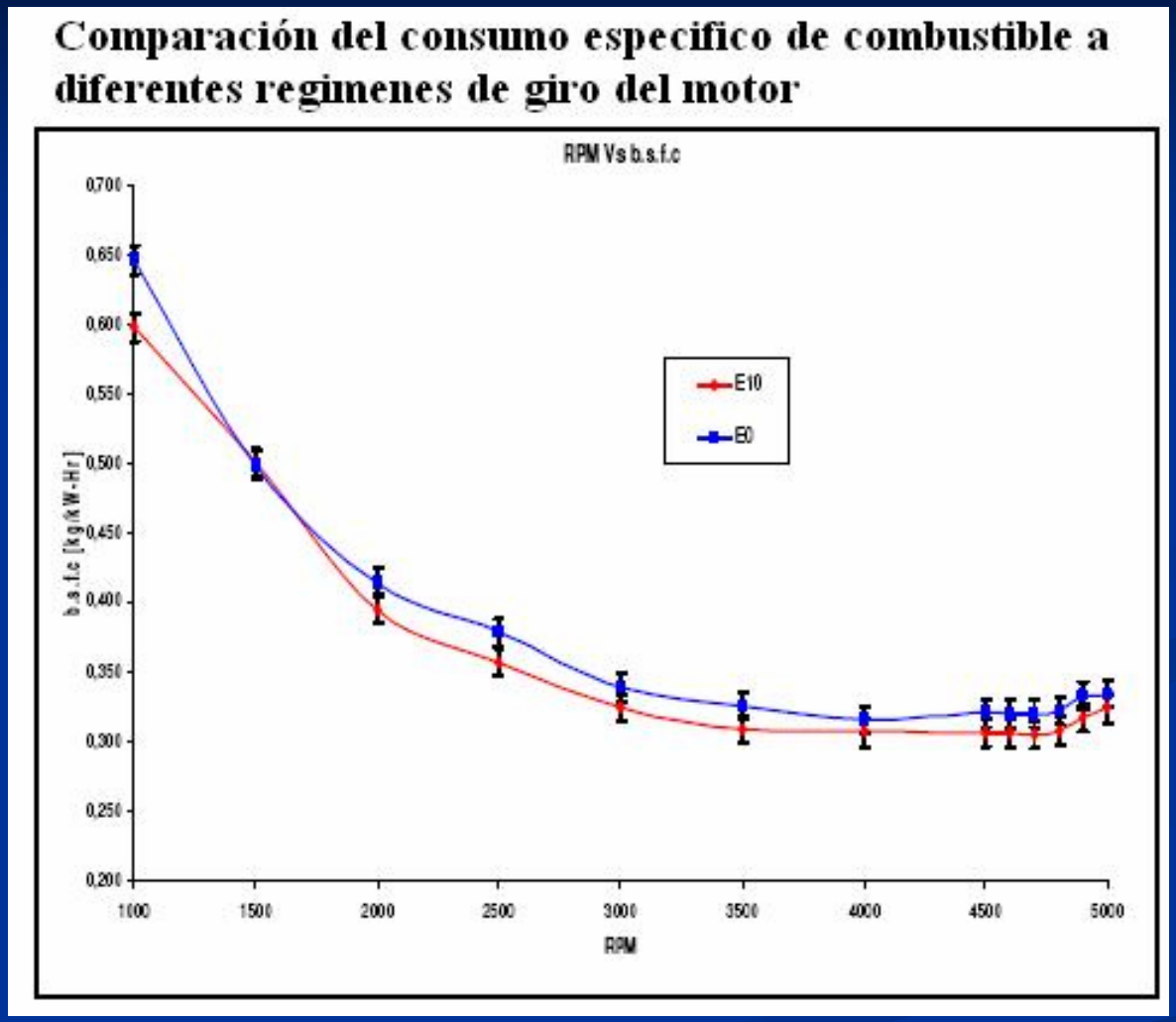
Comportamiento de las emisiones ante el aumento de etanol en la mezcla



* 1 g / milla = 0.625 g / km

Fuente: FUREY, Robert L. y JACKSON Marvin W. Exhaust and evaporative emissions from a Brazilian Chevrolet fuelled with ethanol-gasoline blends. SAE 779008

Pruebas de desempeño energético Universidad Nacional sede Bogotá (1)



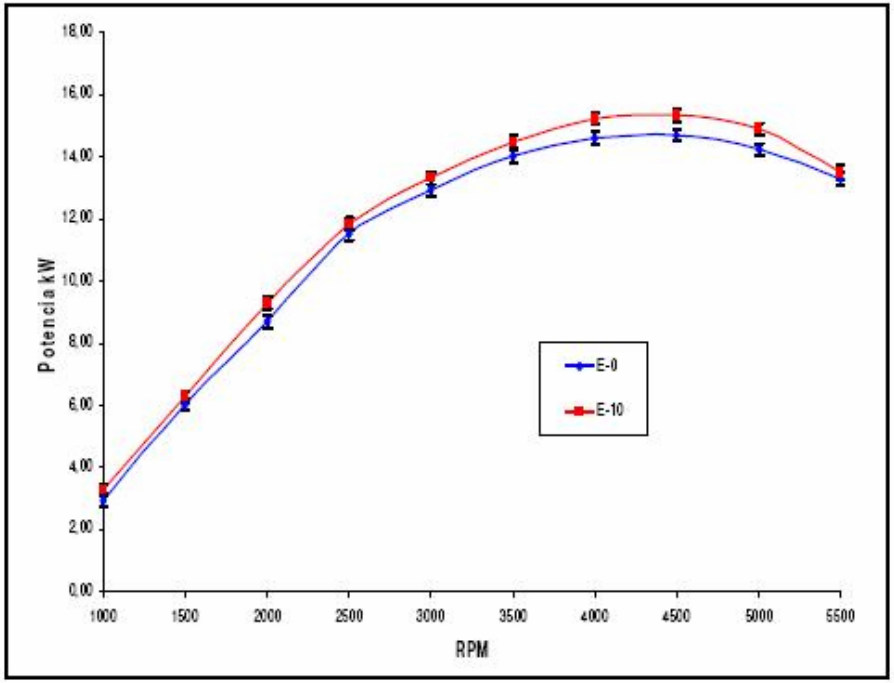
Ensayos realizados en un motor Renault Carburado. El estudio fue liderado por el profesor Helmer Acevedo en 2005

Biofuels Consulting

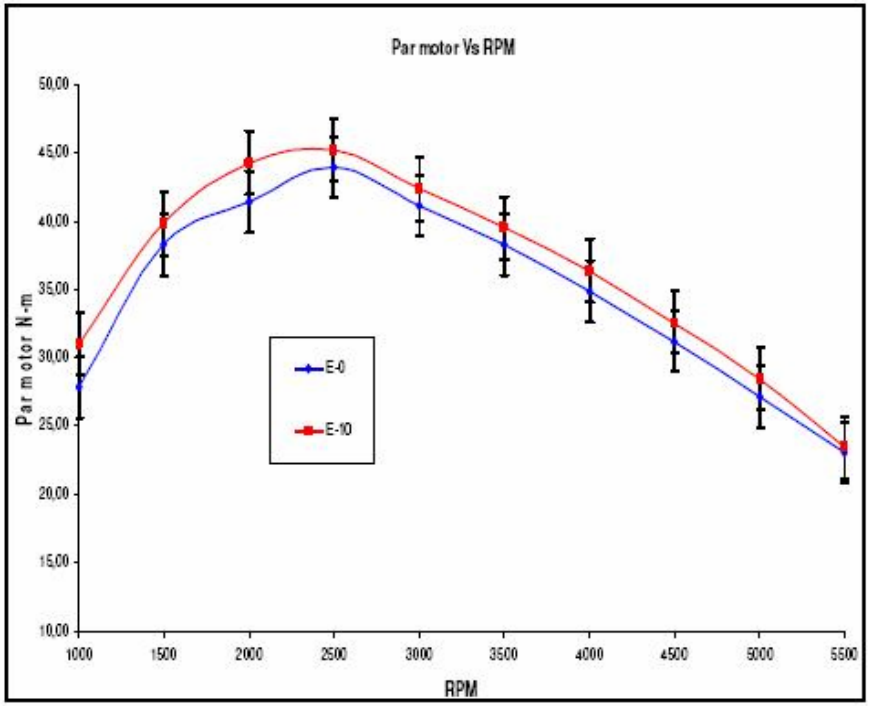
UPME

Pruebas de desempeño mecánico Universidad Nacional sede Bogotá (2)

Comparación de potencia entre E0 y E10 para diferentes regimenes de giro del motor



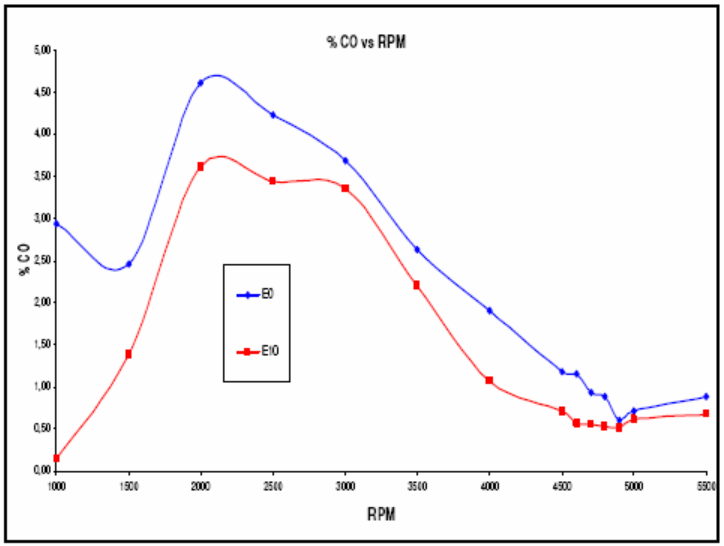
Comparación del par motor para E0 y E10 a distintos regimenes de giro.



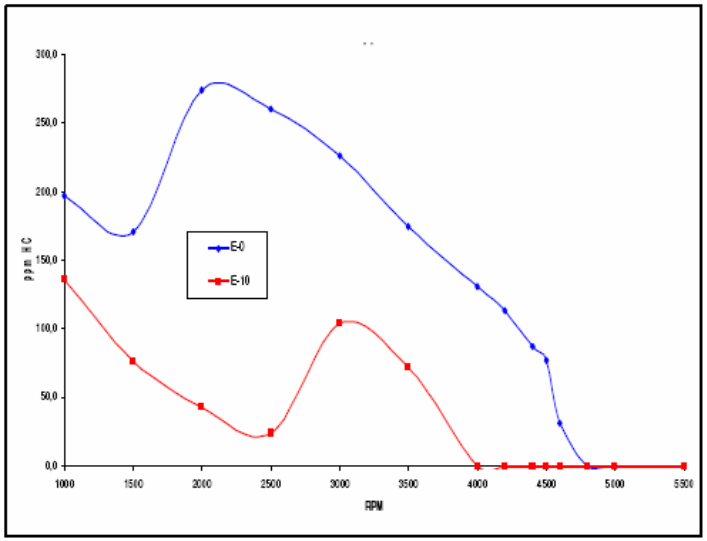
Ensayos realizados en un motor Renault Carburado. El estudio fue liderado por el profesor Helmer Acevedo en 2005

Pruebas de desempeño ambiental Universidad Nacional sede Bogotá (3)

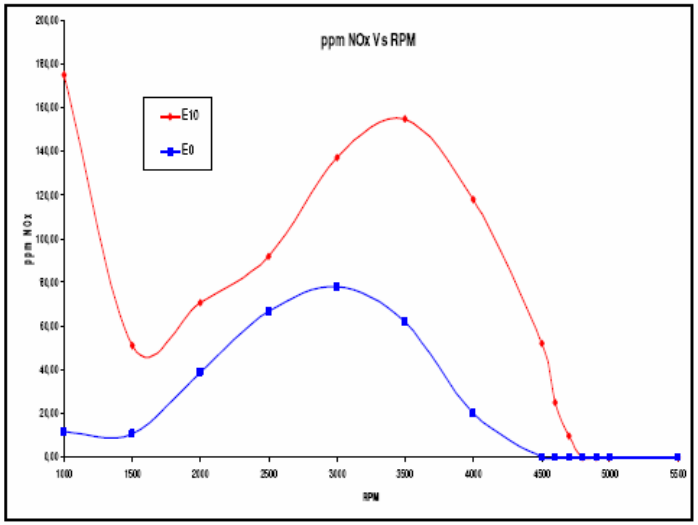
Mediciones de monóxido de carbono(CO) para distintas velocidades de giro del motor



Comparación entre las emisiones de Hidrocarburos sin quemar (HC) para diferentes velocidades de giro



Emisiones comparativas de óxidos de nitrógeno (NOx) para E0 y E10 para diferentes regimenes de giro

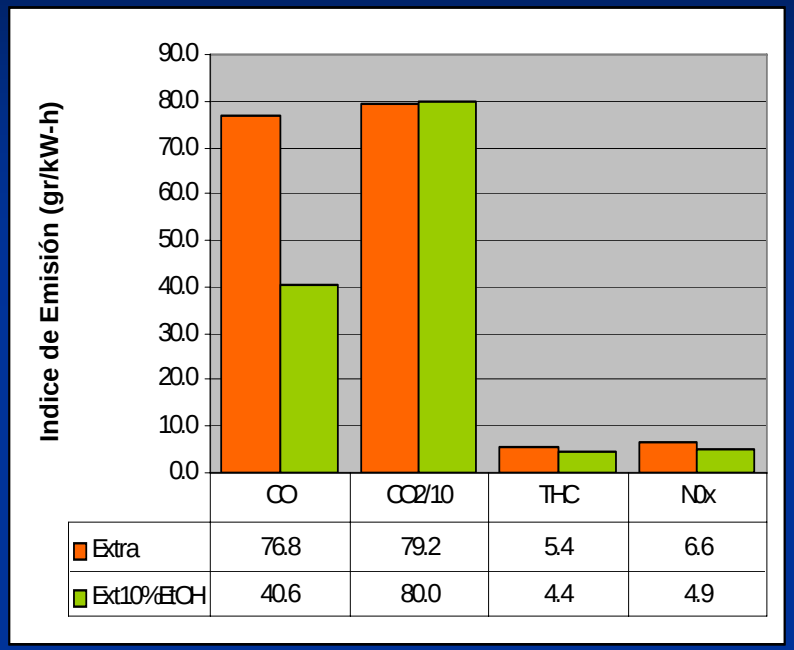


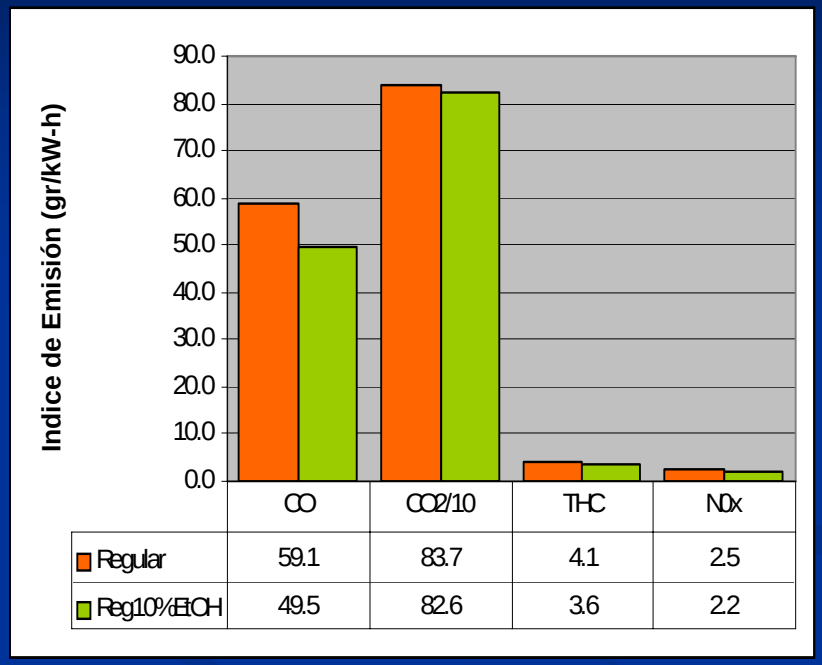
Ensayos realizados en un motor Renault Carburado. El estudio fue liderado por el profesor Helmer Acevedo en 2005

Biofuels Consulting

U P M E

Pruebas de desempeño ambiental Empresa Colombiana de Petróleos (1)



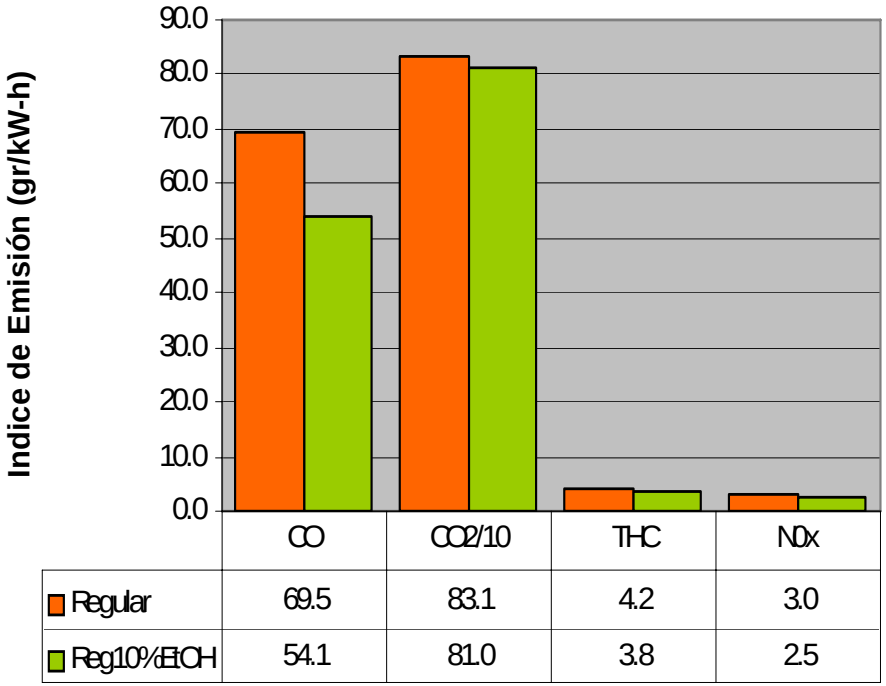


Ensayos realizados en un motor GM 366 carburado con gasolina proveniente de la refinería de Barrancabermeja

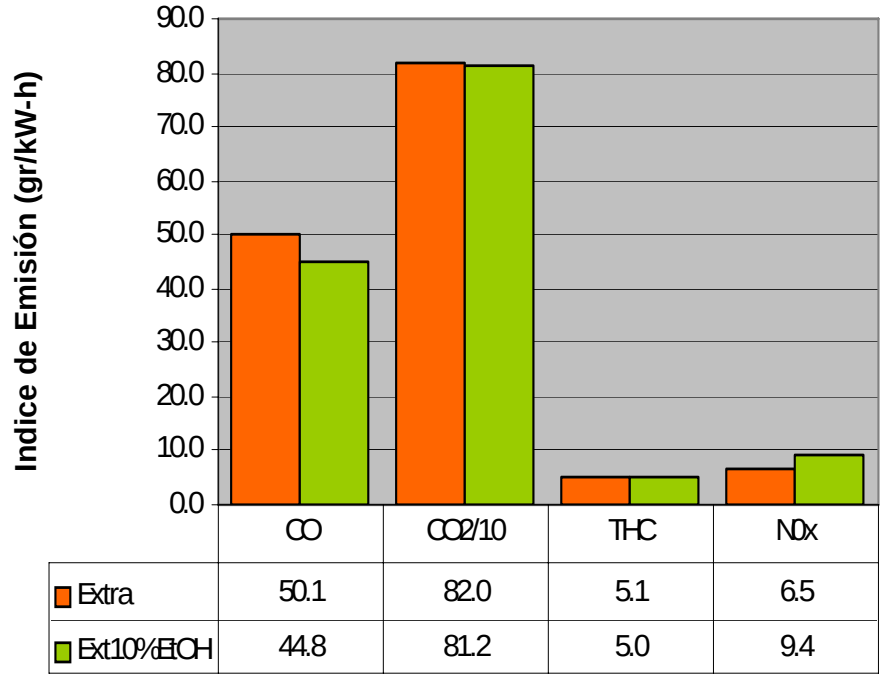
Biofuels Consulting

UPME

Pruebas de desempeño ambiental Empresa Colombiana de Petróleos (2)



	CO	CO2/10	THC	NOx
Regular	69.5	83.1	4.2	3.0
Reg10%EtOH	54.1	81.0	3.8	2.5



	CO	CO2/10	THC	NOx
Extra	50.1	82.0	5.1	6.5
Ext10%EtOH	44.8	81.2	5.0	9.4

Ensayos realizados en un motor GM 366 carburado con gasolina proveniente de la refinería de Cartagena

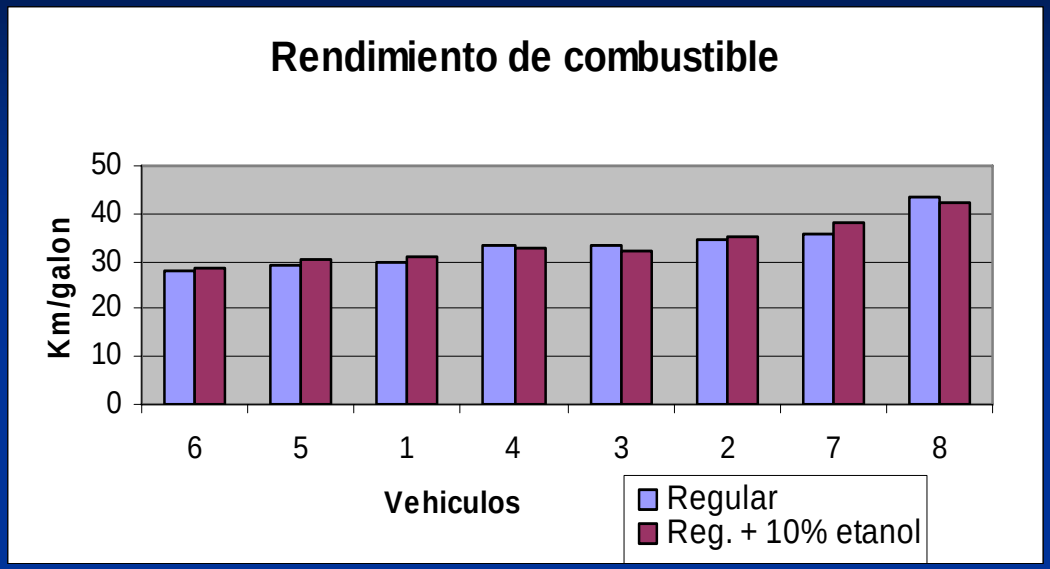
Biofuels Consulting

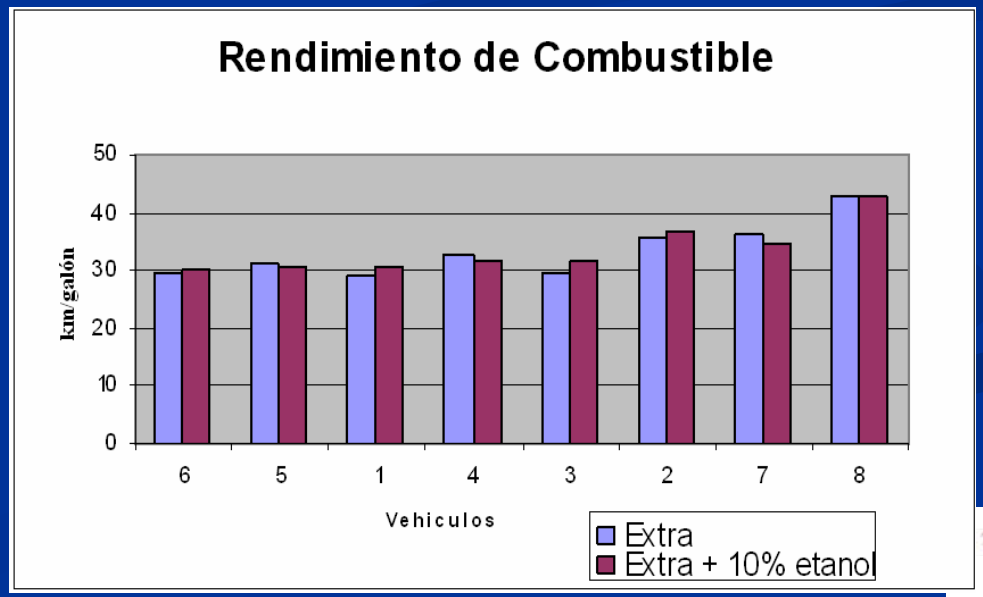
UPME

Pruebas de desempeño en una flota de vehículos Empresa Colombiana de Petróleos (3)

CARACTERISTICAS DE LOS VEHICULOS EVALUADOS					
Vehículo	Cilindrada, cc	Relacion de Compresión	Sistema de Inyección	Potencia máxima HP	Convertidor Catalitico
1	1998	8.6:1	Carburador		No
2	1598	9.0:1	Multipunto	105	Si
3	1324	9.7:1	Central monopunto	67	Si
4	1991	9.1:1	Multipunto	124.7	Si
5	1324	9.4:1	Multipunto	75	Si
6	1995	9.3:1	Multipunto	128	Si
7	1389	9.5:1	Multipunto	83.7	Si
8	996	10.0:1	Multipunto	65	Si

Pruebas de desempeño en una flota de vehículos Empresa Colombiana de Petróleos (4)

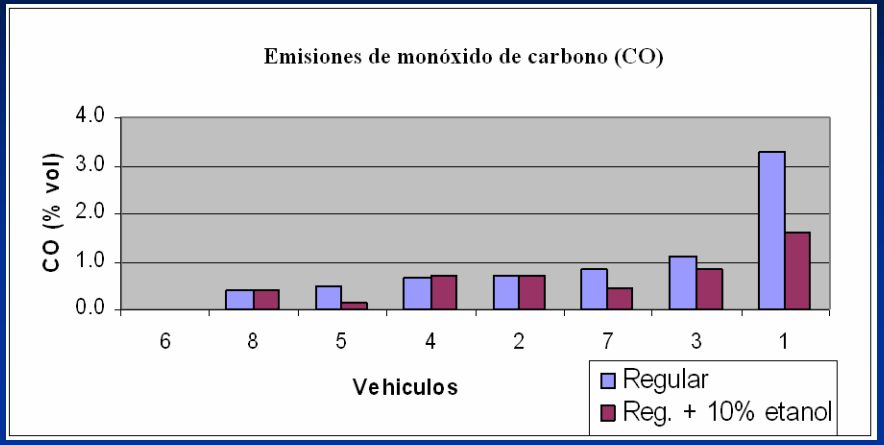


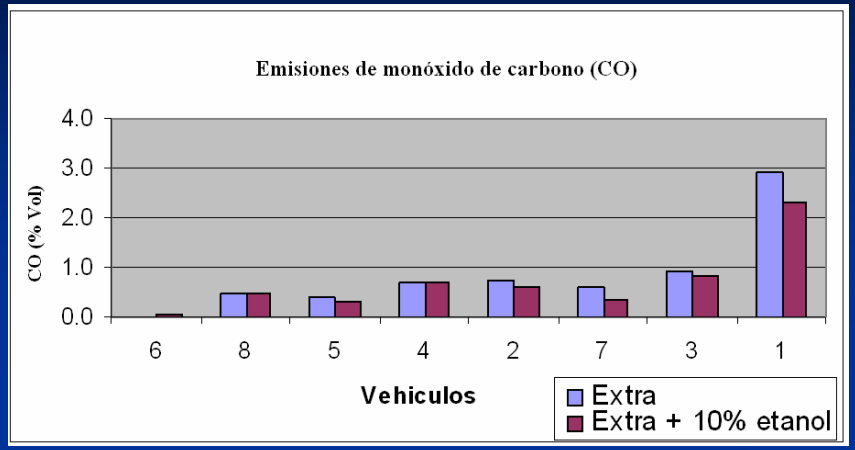


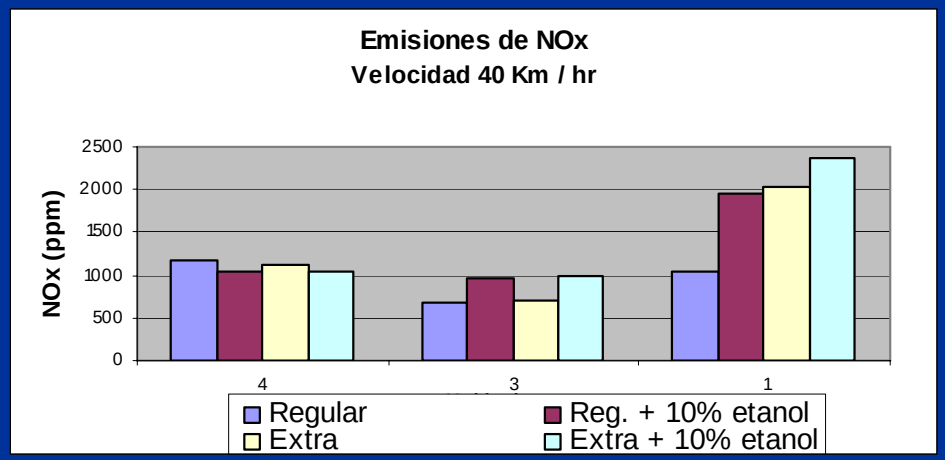
Biofuels Consulting

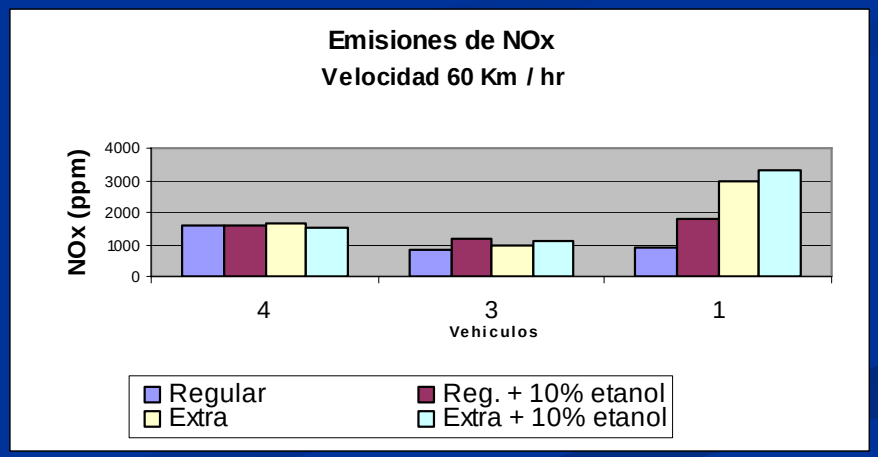
UPME

Pruebas de desempeño en una flota de vehículos Empresa Colombiana de Petróleos (5)









Biofuels Consulting

UPME

A excepción de Brasil, en el resto del mundo no se utiliza el etanol en proporciones mayores al 10%. Es más, en algunos países europeos se prefiere el ETBE para mejorar el índice antidetonante de la gasolina.

La principal razón para esta tendencia se basa en la *incompatibilidad de las mezclas de etanol con los materiales de los motores diseñados exclusivamente para gasolina*. En Estados Unidos y Australia se han realizado a fondo estudios de durabilidad de motores funcionando con mezclas etanol-gasolina.

Los resultados son contundentes: se requiere adecuarlos para mezclas superiores al 10%.

DURABILIDAD.

El desgaste de las piezas que conforman el motor cuando trabajan con mezclas de etanol tiende a ser mayor, presentándose problemas de lubricación dado que aumenta el contacto metal-metal[1], pues el alcohol retira la película de lubricante que se forma debido a su acción disolvente[2]. Pruebas en bancos de ensayos[3], muestran un acortamiento en la vida de las válvulas de escape. Asimismo, las pruebas de aceite muestran mayor cantidad de material sólido producto del desgaste en comparación con la gasolina.

Por otro lado, la formación de depósitos sólidos en las válvulas de admisión se incrementan casi en un 350% cuando se agrega una mezcla de 10% de etanol[4], lo que obliga a usar aditivos que reduzcan este aumento a un 50% del valor de la gasolina.

[1] BLACK, F. An overview of the technical implications of methanol and ethanol as highway motor vehicle fuels. SAE 912413
[2] OWEN, K y COLEY, T. Op Cit p23.
[3] BIRRELL, J.S. Op. Cit. p20.
[4] AUSTRALIA. Orbital Engine Company. Op. Cit. p8.

Recomendado	No recomendado
Metales	
Aluminio	Zinc galvanizado
Acero al carbono	
Acero inoxidable	
Bronce	
Elastómeros	
Buna – N® (mangueras)	Buna – N® (sellos)
Fluorel®	Neopreno (sellos)
Fluorosilicona	Caucho de uretano
Neopreno (mangueras)	
Caucho *Polisulfide*	
Caucho natural	
Viton®	
Polímeros	
Acetal	Poliuretano
Nylon	Tubos con base de alcohol
Polipropileno, teflón, fibra de vidrio reforzada con plastico	

- En relación a otras partes del motor, se presentan problemas de corrosión en el carburador, la bomba de combustible, las mangueras de conducción de combustible, el filtro y el tanque de combustible.
- El mayor problema sucede cuando las partículas desprendidas en el proceso corrosivo viajan en el combustible, presentándose picaduras.
- Para contrarrestar este fenómeno, se implementan recubrimientos de Zinc, estaño y carbón a fin de proteger los sistemas originalmente diseñados para gasolina, y que se desea que funcionen con mezclas de etanol entre 14% y 20%[1].

En relación a otras partes del motor, se presentan problemas de corrosión en el carburador, la bomba de combustible, las mangueras de conducción de combustible, el filtro y el tanque de combustible. El mayor problema sucede cuando las partículas desprendidas en el proceso corrosivo viajan en el combustible, presentándose picaduras. Para contrarrestar este fenómeno, se implementan recubrimientos de Zinc, estaño y carbón a fin de proteger los sistemas originalmente diseñados para gasolina, y que se desea que funcionen con mezclas de etanol entre 14% y 20%[1].

[1] ESTADOS UNIDOS. Renewable Fuels Association. Fuel ethanol. Industry guidelines, specifications and procedures. RFA 960501.

Exigencias Técnicas de Mezclas Mayores - Modificaciones Necesarias Motores Ciclo Otto

Contenido Etanol en Combustible	Carburador	Inyección Electrónica	Bomba de Combustible	Presostato de Combustible	Filtro de Combustible	Sistema de encendido	Sistema de Evaporación	Tanque de Combustible	Convertidor Catalítico	Motor Básico	Aceite de Lubricación	Múltiple de Admisión	Sistema de Escape	Sistema Arranque en Frío
<= 5%														
5 - 10%														
10 - 25%														
25 -85%														
>= 85%														

Innecesario

Probablemente Necesario

Fuente: **ANFAVEA - Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos de Brasil (H. Joseph 2004)**

Exigencias Técnicas de Mezclas Mayores - Modificaciones Necesarias Motores Ciclo Otto

Contenido Etanol en Combustible	Carburador	Inyección Electrónica	Bomba de Combustible	Presostato de Combustible	Filtro de Combustible	Sistema de encendido	Sistema de Evaporación	Tanque de Combustible	Convertidor Catalítico	Motor Básico	Aceite de Lubricación	Múltiple de Admisión	Sistema de Escape	Sistema Arranque en Frío
<= 5%	- - - Para cualquier vehículo - - -													
5 - 10%		- - - Para flotas con menos de 10 a 15 años ** ----												
10 - 25%	- - - Requiere vehículos especialmente diseñados - -													
25 -85%														
>= 85%														

Innecesario

Probablemente Necesario

Fuente: **ANFAVEA - Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos de Brasil (H. Joseph 2004)**

**** 64,3% Autos colombianos a Marzo 2007 son modelos pre-98 (MinTransporte Junio 2007)**

De 10% a 25% de etanol

Carburador

El material del cuerpo o cubierta del carburador no puede ser de aluminio, por tanto debe ser reemplazado o protegido con un tratamiento superficial o anodizado

Cualquier componente en poliamida que entre en contacto con el combustible debe reemplazarse por otro material o protegido

Inyecccion electrónica de combustible

Sustitución del material de los inyectores por acero inoxidable

Nuevo diseño de inyectores para mejorar el atomizado del combustible

Recalibración de la relación aire/combustible y nuevo rango de funcionamiento del sensor de oxigeno

Debe cambiarse o protegerse cualquier componente en Nylon que entre en contacto con el combustible

Bomba de combustible

La superficie interna del cuerpo de la bomba y el cableado deben protegerse y los conectores sellados

Cualquier componente en poliamida 6.6 que tenga contacto con el combustible debe sustituirse o protegerse

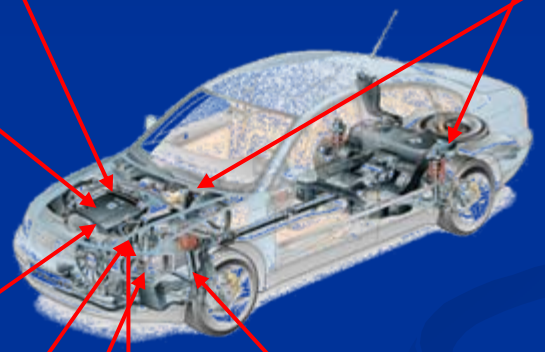
Presostato de combustible

La superficie interna del presostato de combustible debe protegerse

Cualquier componente en poliamida 6.6 debe sustituirse con otro material.

Filtro de combustible

La superficie interna del filtro debe protegerse. El adhesivo del elemento filtrante debe ser apropiado



Sistema de encendido

Recalibrar el avance de encendido

Deposito de combustible

Si el deposito es metalico, la superficie interna debe ser protegida con recubrimiento

Cualquier componente en poliamida 6.6 ((Nylon) que tenga contacto con el combustible debe sustituirse por otro material

Convertidor catalitico

Es posible cambiar el tipo y cantidad de metal noble

Sistema de control de emisiones evaporativas

La purga de aire del canister debe ser mayor

ANFAVEA – Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos - Brasil

Tomado de: Fuel Specifications in Latin America: Is Harmonization a Reality ? Henry Joseph Junior ANFAVEA - Brazilian Vehicle Manufacturers Association Energy & Environment Commission Hart World Fuels Conference New World Fuels in Emerging Markets. Rio de Janeiro, 21 – 23 June 2004

UPME

BIODIESEL

- Alrededor del mundo se han publicado numerosas investigaciones relacionadas con la evaluación del desempeño mecánico, energético y ambiental de motores funcionando con mezclas biodiesel/diesel, en particular con biodiesel obtenido de girasol, colza y soya.
- Pocas son las publicaciones con biodiesel de palma. No obstante, el número de estudios de durabilidad es muy reducido y generalmente es adelantado por los fabricantes, y en ocasiones por universidades y centros de investigación.
- Los fabricantes de motores Diesel en la actualidad se oponen a un incremento por encima del 5% de biodiesel en la mezcla por múltiples razones, las cuales se resumen en el cuadro adjunto.

Característica del combustible	Efecto	Modo de falla
Ácidos grasos (general)	Ablandamiento, endurecimiento y agrietamiento de algunos elastómeros incluidos cauchos (el efecto físico depende de la composición) Formación de depósitos durante la operación del motor	Fuga de combustible Obstrucción del filtro de combustible
Metanol libre	Corrosión de componentes de aluminio y zinc Bajo punto de chispa	Corrosión del sistema de inyección de combustible
Del proceso químico	Entrada de potasio o sodio, entrada de agua dura Ingreso de ácidos grasos libres que favorecen la corrosión de metales no ferrosos Formación de sales con ácidos orgánicos (jabones)	Obstrucción del flitro de combustible Corrosión del sistema de inyección
Agua libre	Retroceso de la reacción (hidrólisis) del biodiesel a ácidos grasos libres y metanol Corrosión Favorece el crecimiento de bacterias Incrementa la conductividad eléctrica del combustible	Obstrucción del flitro de combustible Corrosión del sistema de inyección
Glicerina libre, mono, di y triglicéridos	Corrosión de metales no ferrosos Empapamiento de los filtros de celulosa Sedimento en las partes móviles y formación de lacas	Obstrucción del filtro Presencia de carbonilla en los inyectores

Incremento en el módulo de elasticidad	Incremento en la presión de inyección	Potencial reducción en la vida útil del sistema de inyección
Alta viscosidad a bajas temperaturas	Generación excesiva de calor, localizada en las bombas de distribución rotatoria Incremento de esfuerzos en los componentes	Problemas con el flujo de combustible Atascamiento de la bomba Fallas prematuras Atomización pobre del combustible
Partículas e impurezas sólidas	Problemas potenciales de lubricidad	Reducción de la vida útil Desgaste del asiento de los inyectores Obstrucción de los inyectores
Ácidos corrosivos (formico & acético)	Corrosión de todas las partes metélicas	Corrosión del sistema de inyección
Productos de la polimerización	Depósitos, precipitación especialmente de las mezclas de combustible	Taponamiento del filtro Formación de lacas por polimeros solubles en las áreas calientes

Especificaciones de Calidad del Biodiesel Colombiano

PROPIEDADES	METODO DE ANALISIS	UNIDADES	Especificaciones (Resolución 1289)	Metil Ester 1 (BCME)	Metil ester RBD
Gravedad API	ASTM D 4052	°API	Reportar	**30,1**	**30,8**
Densidad (15°C)	ASTM D 4052	g/mL	--------	**0,8753**	**0,8716**
Viscosidad a 40° C	ASTM D 445	mm^2/s	1,9 - 5,0	**4,49**	**4,43**
Numero de cetano	ASTM D613	Cetanos	min 47	**67,6**	**67,6**
Punto de Chispa	ASTM D 92/93	°C	min 120	**159**	**185**
Punto de Fluidez	ASTM D 97	°C	**3**	**12**	**12**
Punto de nube	ASTM D 2500	°C	Reportar	**13**	**16**
Estabilidad Térmica	ASTM D6468	%Reflect	mín 70	**99,2**	**N.D**
	ASTM D 1500	Antes/Desp	--------	**4.0 / 4.5**	**N.D**
Estabilidad al almacenamiento (3 Semana/6 Semanas)	ASTM D4625	mg/100 ml	máx 1.5	**0.47 / 0.34**	**N.D**
	ASTM D 1500	Inicial 3 Semanas 6 Semanas	--------	**4.5L** **4.5L** **4.5L**	**N.D**
Color ASTM	ASTM D 1500	N/A *	--------	**6,0**	**0,9**
Corrosión Lámina de Cu	ASTM D 130	N/A *	1	**1a**	**1a**
Residuo de Carbon conrandson	ASTM D4530	% peso	máx 0,3	**<0,1**	**N.D**
Cenizas sulfatadas	ASTM D 874	% Peso	max 0,02	**<0,005**	**<0,005**
Contenido de agua	ASTM D 95	mg / kg	max 500	**800**	**500**
Número ácido	ASTM D 664	mg KOH/g	max 0,8	**<0.1**	**<0,10**
Poder Calorífico	ASTM D 240	MJ/kg	Reportar	**39.866**	**40.025**

Biofuels Consulting

UPME

Análisis Agronómico

Biofuels Consulting

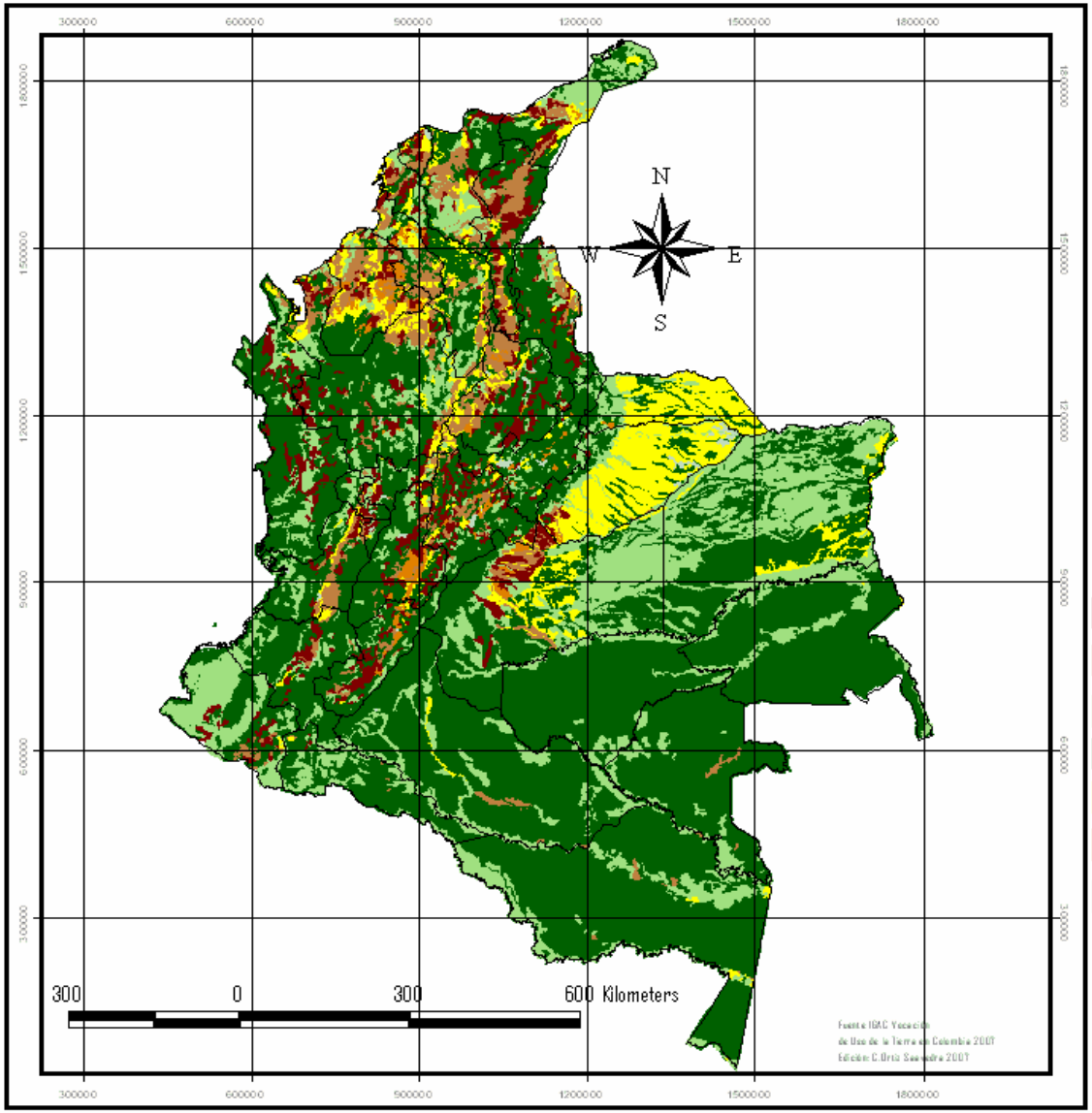
UPME

Tierra suficiente ...

- Desde la óptica agronómica y ambiental, no existen limitaciones serias para la ampliación de la frontera agrícola para la producción de biocombustibles.

- Colombia dispone de un amplio margen para aumentar la "frontera agrícola", que actualmente es de alrededor de 3.4 a 3.6 Mha cultivadas dentro de una zona predominantemente agrícola de 6 Mha.

Zonificación Agroecológica

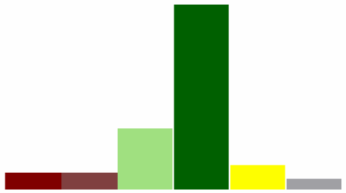


Desarrollo y Consolidación del Mercado de Biocombustibles en Colombia

Unidad de Planeación Minero Energética UPME

Zonificación Agroecológica de Colombia IGAC

Área Total 113.957.348 ha



- Agrícola Permanente= 6 Mha=5,3%
- Agrícola Transitoria=6 Mha=5%
- Agroforestal=22,6Mha=19,9%
- Áreas protegidas=67,7 Mha=60%
- Ganadería extensiva=9.1Mha=8%
- Ganadería Intensiva=0.9Mha=0.9%
- Otros e Infraestructura=0.2 Mha =0.2%

Biofuels Consulting UT

UPME

Zonificación Agroecológica

Aptitud IGAC		Area (ha)	%	Bosques y áreas protegidas	Agricultura Permanente	Agricultura Transitoria	Otros	Agroforestal	Ganaderia Intensiva	Ganaderia Extensiva
Forestal protectora	CFP	39.622.335	34,8%	39.622.335						
Zonas de recuperación	CRE	174.458	0,2%				174.458			
Recursos hídricos e hidrobiológicos	CRH	4.339.251	3,8%	4.339.251						
Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos	CSI	1.090.285	1,0%		1.090.285					
Cultivos semipermanentes y permanentes semiintensivos	CSS	4.143.127	3,6%		4.143.127					
Cultivos transitorios intensivos	CTI	1.446.815	1,3%			1.446.815				
Cultivos transitorios semiintensivos	CTS	4.590.847	4,0%			4.590.847				
Forestal protector productor	FPP	24.781.754	21,7%	24.781.754						
Forestal productora	FPR	854.620	0,7%		854.620					
Nieves perpetuas proteccion	NP	19.157	0,0%	19.157						
Pastoreo extensivo	PEX	9.132.988	8,0%							9.132.988
Pstoreo intensivo y semiintensivo	PSI	990.020	0,9%						990.020	
Agroforestal- silvoagricola (café, cacao forestales frutales)	SAG	11.414.350	10,0%					**11.414.350**		
Agroforestal agrosilvopastoril orinoquia amazonia arboles cultivos pastos	SAP	6.507.687	5,7%					6.507.687		
Agroforestal Silvopastoril climas frios	SPA	4.760.535	4,2%					4.760.535		
Zonas Urbanas	ZU	89.117	0,1%				89.117			
Total		**113.957.348**		68.762.497	**6.088.032**	**6.037.663**	263.575	22.682.573	990.020	9.132.988
Porcentaje			100,0%	60,3%	5,3%	5,3%	0,2%	19,9%	0,9%	8,0%
Consolidado Areas Aptitud Agrícola	**23.540.045**									

Biofuels Consulting

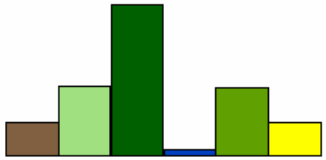
UPME

Aptitud de Uso de la Tierra

Desarrollo y Consolidación del Mercado de Biocombustibles en Colombia

Unidad de Planeación Minero Energética UPME

Aptitud de Uso de la tierra IGAC
Area Total =113.956.048 ha

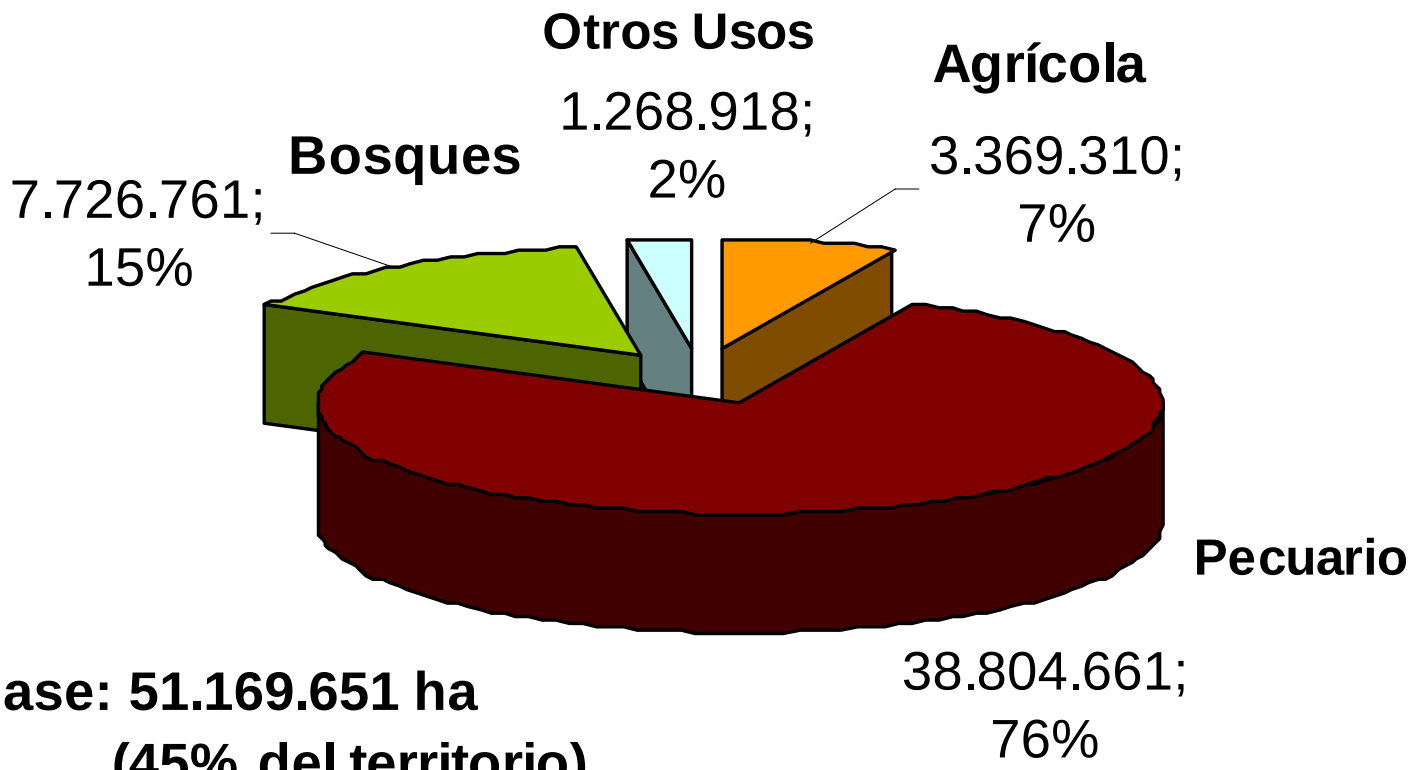


Aptitud de Uso de la Tierra en Colombia		
AGRICOLA	10.398.427	9,12%
AGROFORESTAL	21.971.757	19,28%
CONSERVACION	47.626.762	41,79%
CUERPOS DE AGUA	2.026.336	1,78%
FORESTAL	21.591.025	18,95%
GANADERA	10.255.527	9,00%
ZONAS URBANAS	86.214	0,08%
	113.956.048	100,00%

UPME

Uso Actual Tierra MADR –ENA 2006

Distribución de la Superficie de Uso del Suelo (Hectáreas y %)



Base: 51.169.651 ha (45% del territorio)

Fuente: ENA 2006

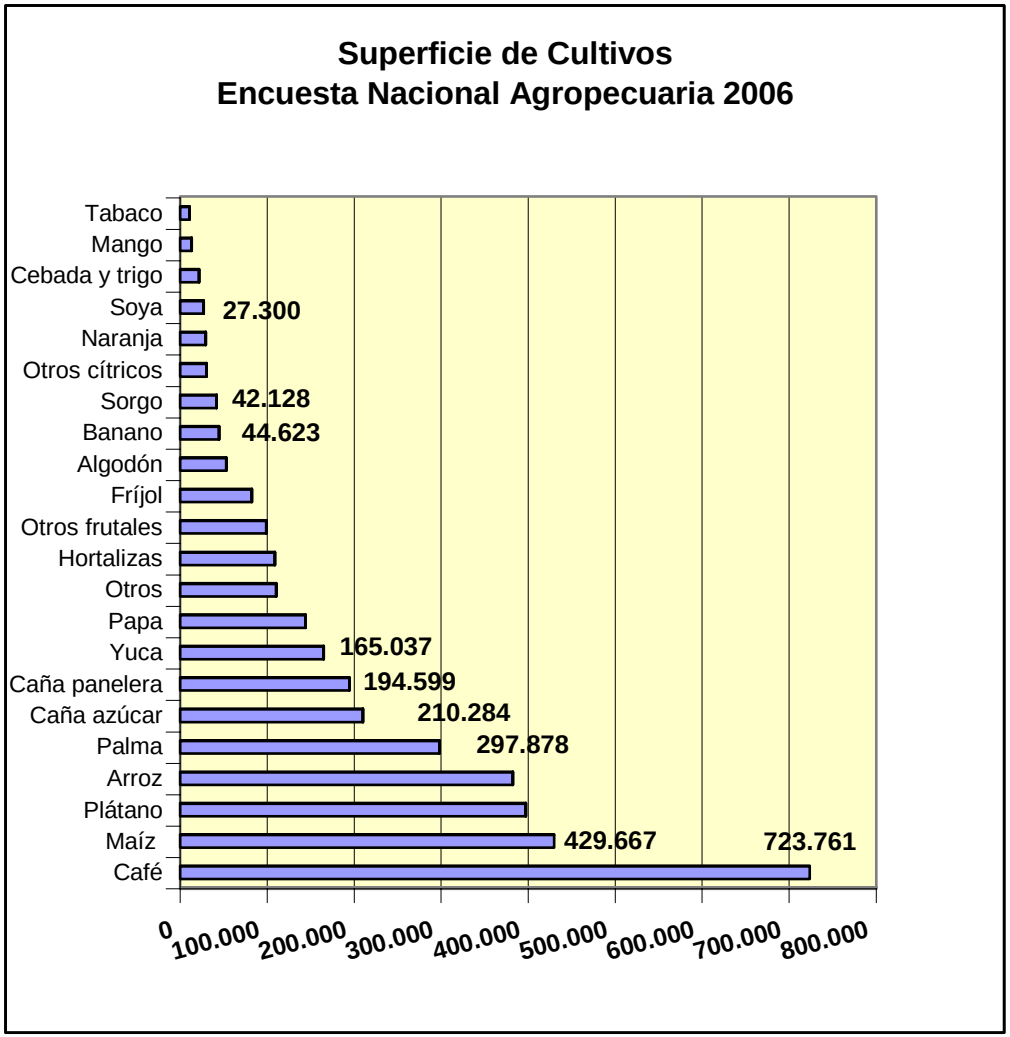
Biofuels Consulting

UPME

Uso Actual Tierra MADR –ENA 2006

Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2006
Superficie del Uso del Suelo (Hectáreas)

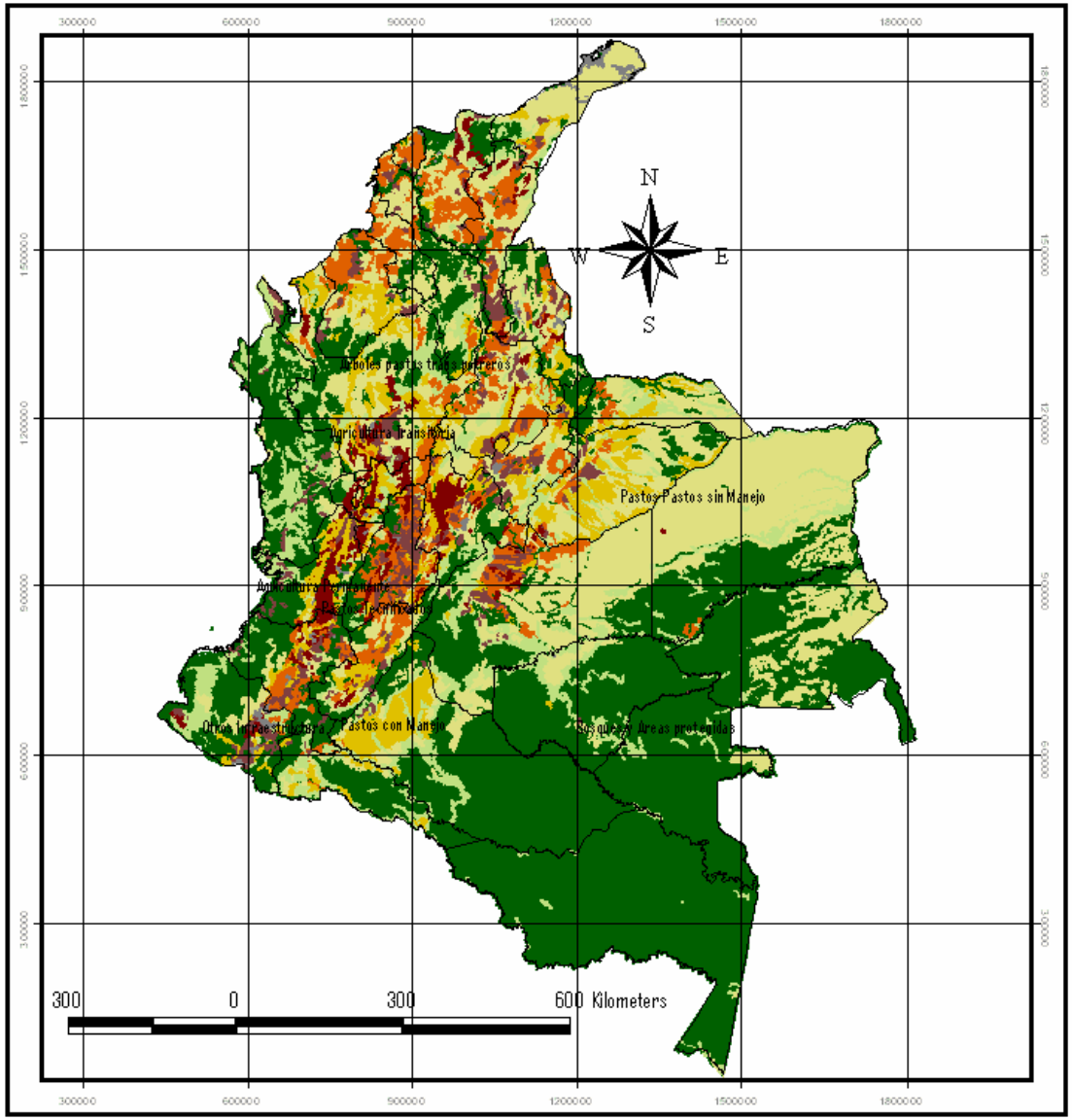
Departamento	Agrícola	Pecuario
Antioquia	331.521	3.121.339
Atlántico	11.224	251.621
Bolívar	67.494	1.307.557
Boyacá	130.517	1.225.906
Caldas	95.260	443.826
Casanare	113.934	3.512.070
Cauca	169.615	874.109
Cesar	130.706	1.687.666
Córdoba	130.173	1.668.469
Cundinamarca	211.671	1.305.638
Huila	141.398	1.023.861
La Guajira	31.349	1.553.122
Magdalena	100.215	1.438.004
Meta	223.943	4.661.859
Nariño	169.914	467.421
Norte de Santander	144.907	885.908
Quindío	54.312	69.967
Risaralda	67.502	94.134
Santander	188.445	1.751.253
Sucre	92.821	750.872
Tolima	258.947	1.266.658
Valle	297.766	614.461
Otros Deptos	205.678	8.828.939
	3.369.312	**38.804.660**



Biofuels Consulting

UPME

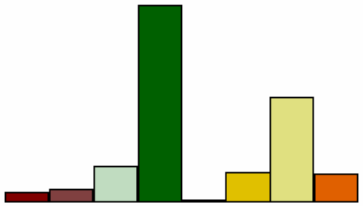
Uso Actual Predominante de la Tierra IGAC (2004)



Desarrollo y Consolidación del Mercado de Biocombustibles en Colombia

Unidad de Planeación Minero Energética UPME

Cobertura y Uso Actual
Área Total = 113.956.264 ha



- Agricultura Permanente 2.5 Mha = 2.2%
- Agricultura Transitoria 3.5 Mha = 3.1%
- Arboles pastos en transición a potreros 9.7 Mha = 8.6%
- Bosques y Areas protegidas 53.6 Mha = 47%
- Otros Infraestructura 0.5 Mha = 0.4%
- Pastos con Manejo 7.9 Mha = 6.9%
- Pastos sin Manejo 28.3 Mha = 24.9%
- Pastos Tecnificados 7.7 Mha = 6.8%

Biofuels Consulting UT

UPME

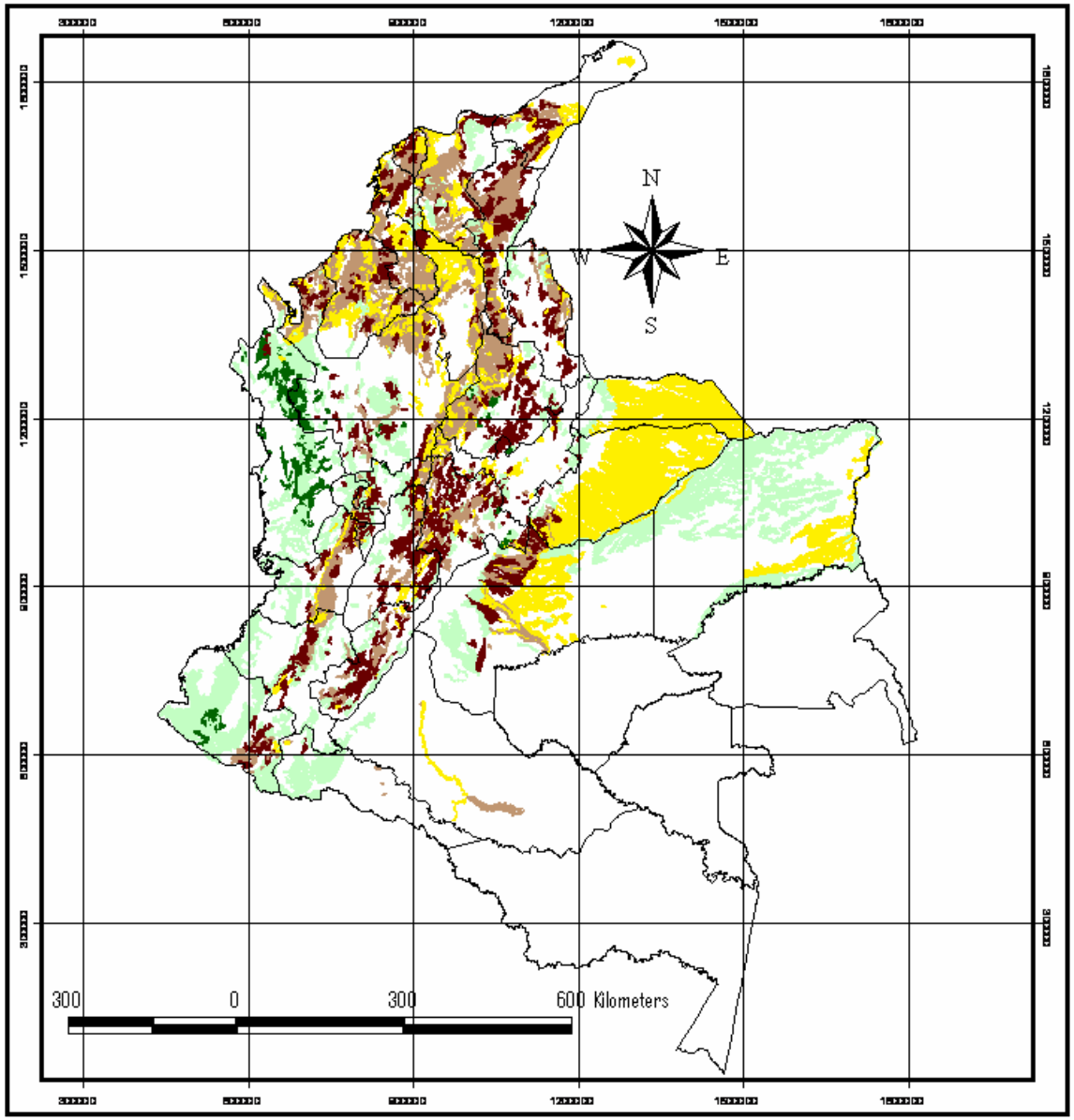
Uso Actual (Predominante) de la Tierra IGAC (2004)

Descripción		AREA (ha)	%
Agricultura cultivos permanente y semipermanente plantaciones palma café platano citricos cacao forestales		2.513.539,00	2,2%
Agricultura cultivos transitorios zonas en descanso y potreros pequeños		3.528.842,00	3,1%
Arboles Agricultura y pastos en transición a potrero		9.753.968,00	8,6%
Areas Forestales y Areas protegidas resguardos y PNN cuerpos de agua pantanos cienagas paramos		53.682.742,00	47,1%
Otros		512.679,00	0,4%
Pastoreo tecnificado		7.732.856,00	6,8%
Pastos con algun tipo de manejo		7.903.604,00	6,9%
Pastos sin manejo		28.328.034,00	24,9%
TOTAL AREA EN MILLONES DE HECTAREAS		**113.956.264,00**	**100,0%**
Consolidado Aptitud Agrícola		15.796.349,00	

Biofuels Consulting

UPME

Areas Biocombustibles Primera Aproximación

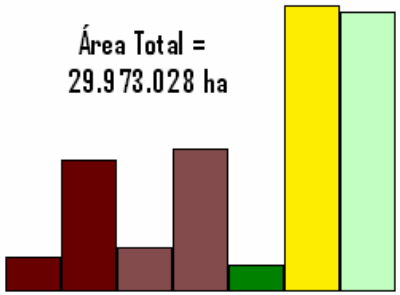


Desarrollo y Consolidación del Mercado de Biocombustibles en Colombia

Unidad de Planeación Minero Energética UPME

Areas biocombustibles Primera aproximación

Área Total = 29.973.028 ha



- CSI Cultivos Semipermanentes y Permanentes Intensivos = 1 Mha = 3.6%
- CSS Cultivos Semipermanentes Permanentes Semi-intensivos 4.1 Mha = 13.8%
- CTI Cultivos Transitorios Intensivos 1,4 Mha = 4.7%
- CTS Cultivos Transitorios Semi-intensivos 4,5 Mha = 15%
- FPR Forestal Productor 0.85 Mha = 2,9%
- PEX Pastoreo Extensivo 9,1 Mha = 30,3%
- SAG Silvoagrícola 8,9Mha = 29,7%

Biofuels Consulting UT

UPME

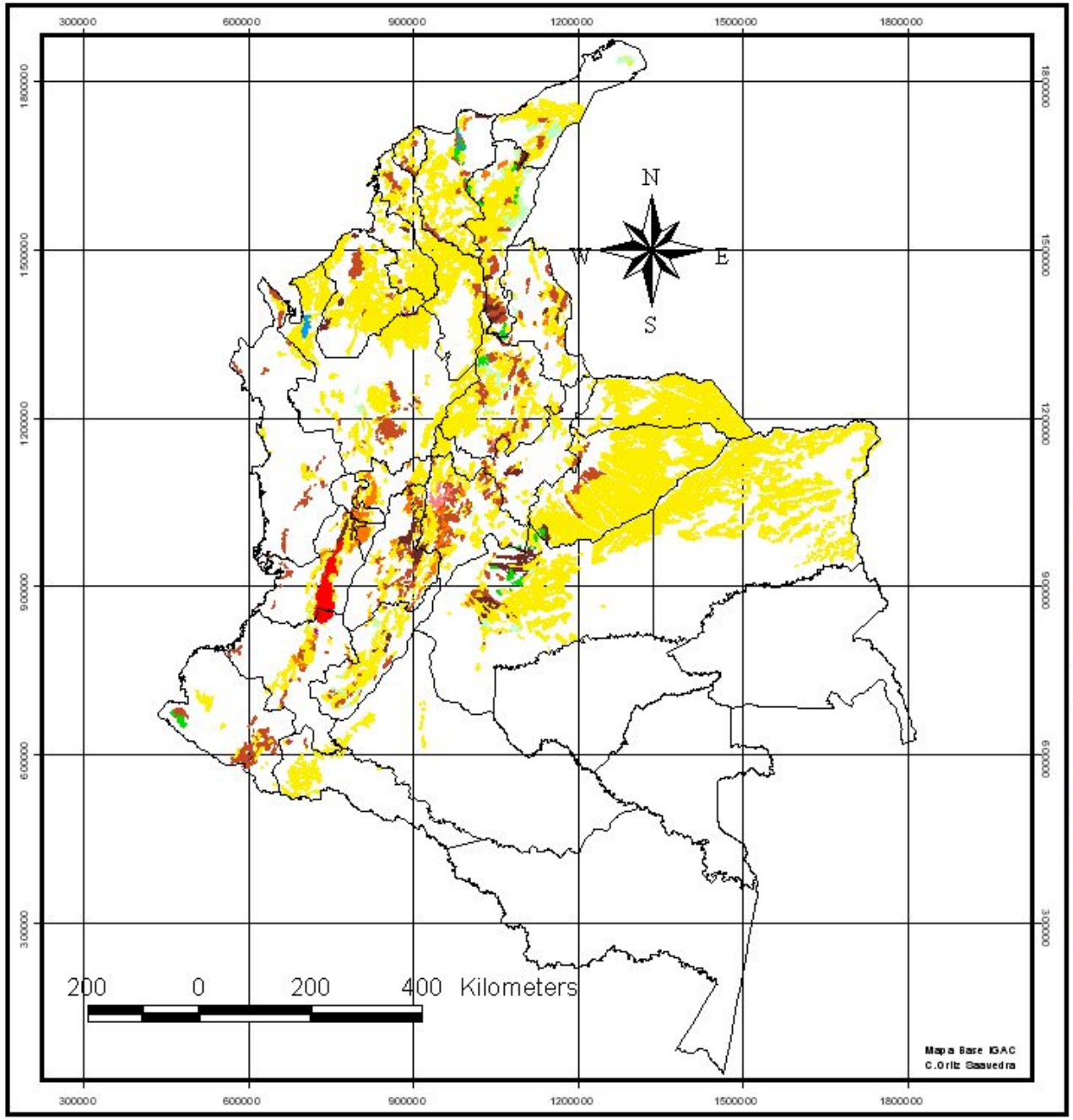
Areas Biocombustibles Segunda Aproximación

Al área que denominamos primera aproximación, por su aptitud de uso, la cruzamos con el mapa de uso actual de la tierra y le descontamos las áreas con uso no agrícolas, como páramos, bosques, recursos hidrobiológicos, climas extremadamente fríos o extremadamente secos y obtenemos una segunda aproximación que no necesariamente contienen el área agrícola en su totalidad y cuyo uso predominante vemos a continuación

Tabla XX Areas con Aptitud para Incrementar la Producción de Materias Primas para Biocombustibles en Colombia segunda aproximación

Uso predominante	Area (ha)	%	Color Mapa
Caña panelera	51.564	0,283%	
Caña de azúcar	254.639	1,399%	
Café	359.083	1,972%	
Miscelaneo Café, Caña, Plátano, Maíz, frutales	1.576.159	8,657%	
Miscelaneo tecnificado arróz, sorgo, yuca, algodón,maíz	526.128	2,890%	
Agroforestal	312.460	1,716%	
Pastoreo extensivo	14.921.265	81,958%	
Banano	62.715	0,344%	
Frutales varios	1.621	0,009%	
Palma de aceite	140.274	0,770%	
Total	**18.205.906**	**100%**	

Areas Biocombustibles Segunda Aproximación



Desarrollo y Consolidación del Mercado de Biocombustibles en Colombia

Unidad de Planeación Minero Energética UPME

Identificación de Áreas para Biocombustibles Segunda Aproximación

Area Total 18,205,906 ha

- Caña panelera 51,5 mil ha = 0,28%
- Caña de Azúcar 254,6 mil ha = 1,4%
- Café 359 mil ha = 2%
- Miscelaneo Café, Caña, Plátano 1574 mil ha = 8,7%
- Miscelaneo tecnificado arroz, algodón, sorgo, maiz, frijol, 526 mil ha = 2,9%
- Agroforestal 312 mil ha = 1,7%
- Pastoreo Extensivo 14892 mil ha = 82%
- Plantaciones de banano 62 mil ha = 0,3%
- Frutales varios 1,6 mil ha = 0,009%
- Plantaciones de palma de aceite 140,2 mil ha = 0,7%

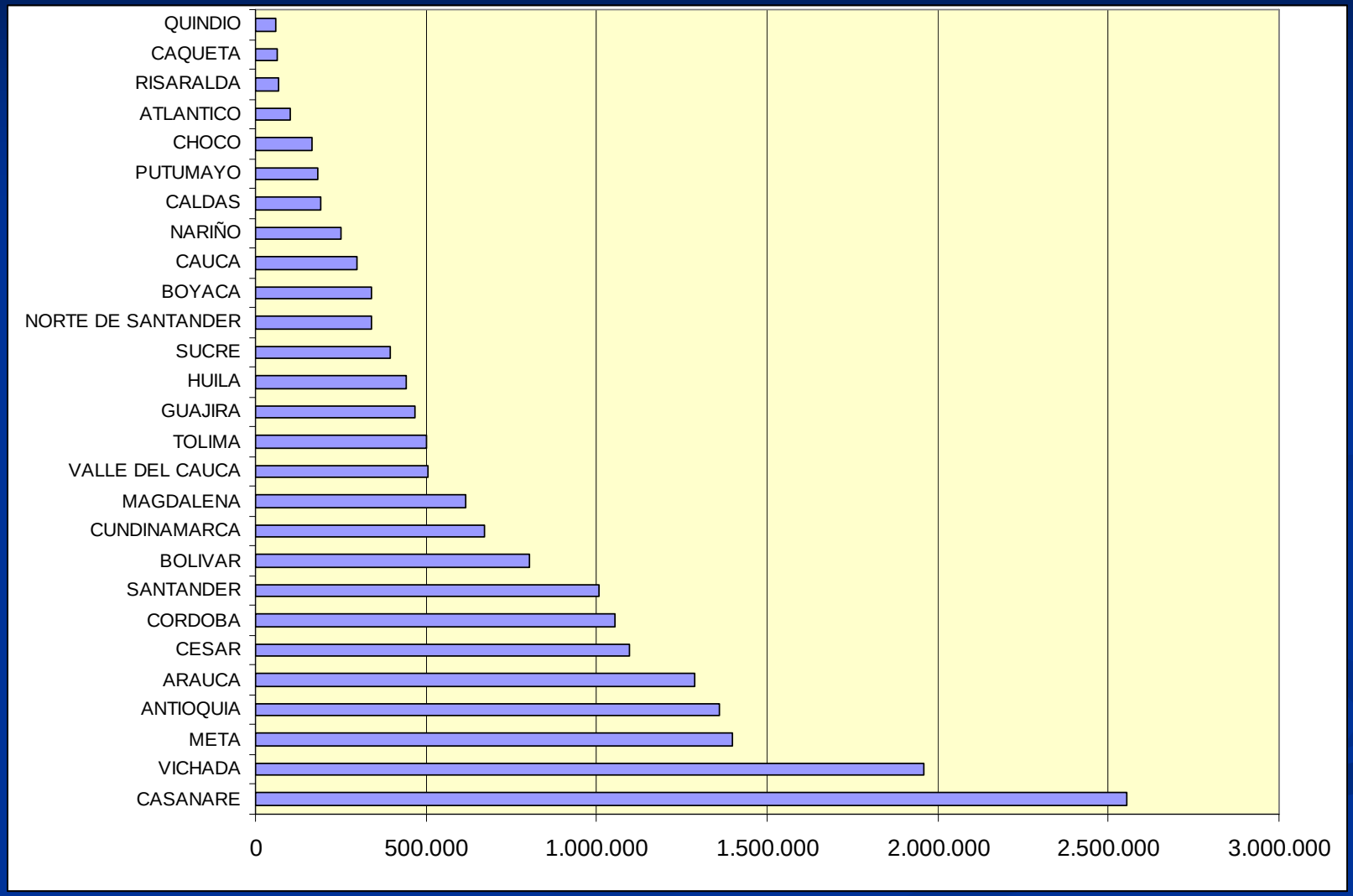
Biofuels Consulting UT

Tierra suficiente ...

- Mediante el SIG-BFC, se ubicaron más de 2 millones de hectáreas aptas para producción de caña de azúcar, otras 4 millones de hectáreas aptas para caña panelera y 1 millón de hectáreas sin restricciones para desarrollo de palma de aceite.

- No obstante, se requieren estudios a mayores escalas de resolución para evaluar si ese potencial es económicamente viable en proyectos comerciales.

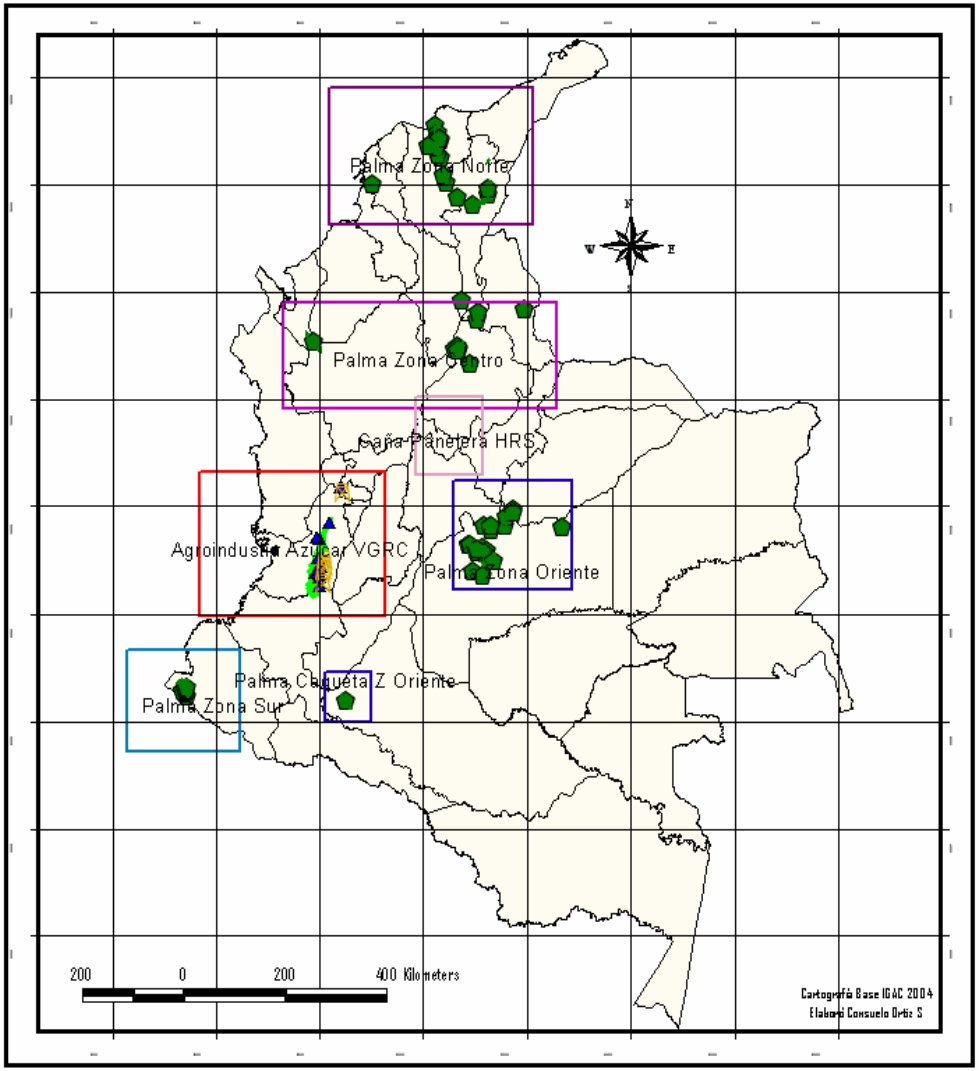
Tierra APTA para Biocombustibles por Departamentos 18.2 Mha



Biofuels Consulting

UPME

Materias Primas Actuales



Consolidaciòn del Mercado de Biocombustibles en Colombia

Unidad de Planeación Minero Energética UPME

Agroindustria -Biocombustibles actual

- Agroindustia Azúcar VGRC
- Caña Panelera HRS
- Palma Caqueta Z Oriente
- Palma Zona Centro
- Palma Zona Norte
- Palma Zona Oriental
- Palma Zona Sur
- Palma Actual
- Extractoras aceite
- Destilerias
- Ingenios
- Caña actual
- Departamentos

Escala de realización 1:1.500.000
Escala esta presentación1:10380992

Biofuels Consulting UT

Biofuels

UPME

Caña de Azúcar

Hasta hoy, el alcohol carburante producido en Colombia provienen exclusivamente del procesamiento de la caña de azúcar y del Valle Geográfico del Río Cauca.

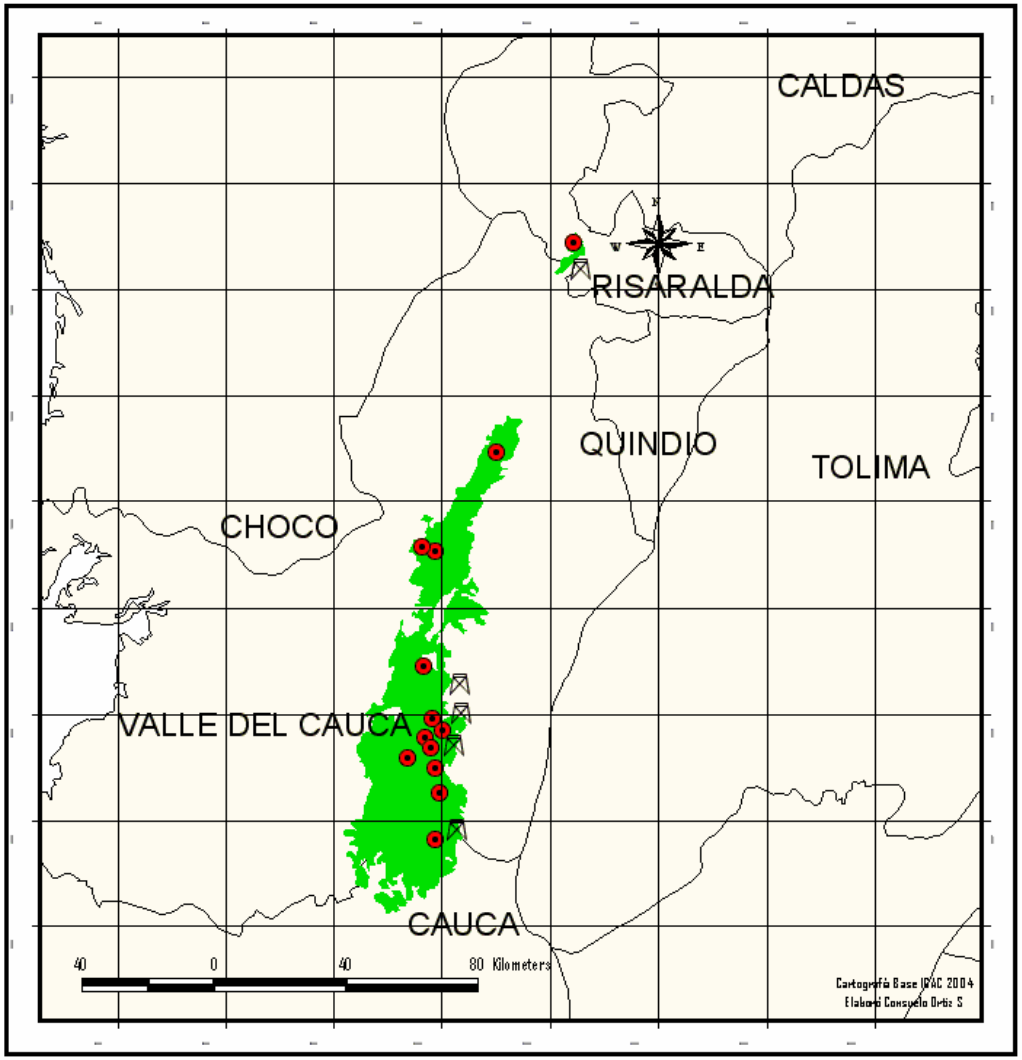
Por sus condiciones agro-climáticas ideales, esta región permite cosecha y molienda de caña de azúcar durante todo el año y no en forma estacional o por zafra, como lo es en el resto del mundo

Para producir **339.6 millones** de litros/mes necesarios para cubrir los requerimientos E10 sólo con caña de azúcar, se requeriría un área equivalente a **52.887 ha/año**, el 48% del área sembrada por los 5 ingenios que ya cuentan con destilería de alcohol, al 26% del área sembrada el VGRC o al 18% del área sembrada en Colombia

Biofuels Consulting

UPME

Caña de Azúcar



Consolidación del Mercado de Biocombustibles en Colombia

Unidad de Planeación Minero Energética UPME

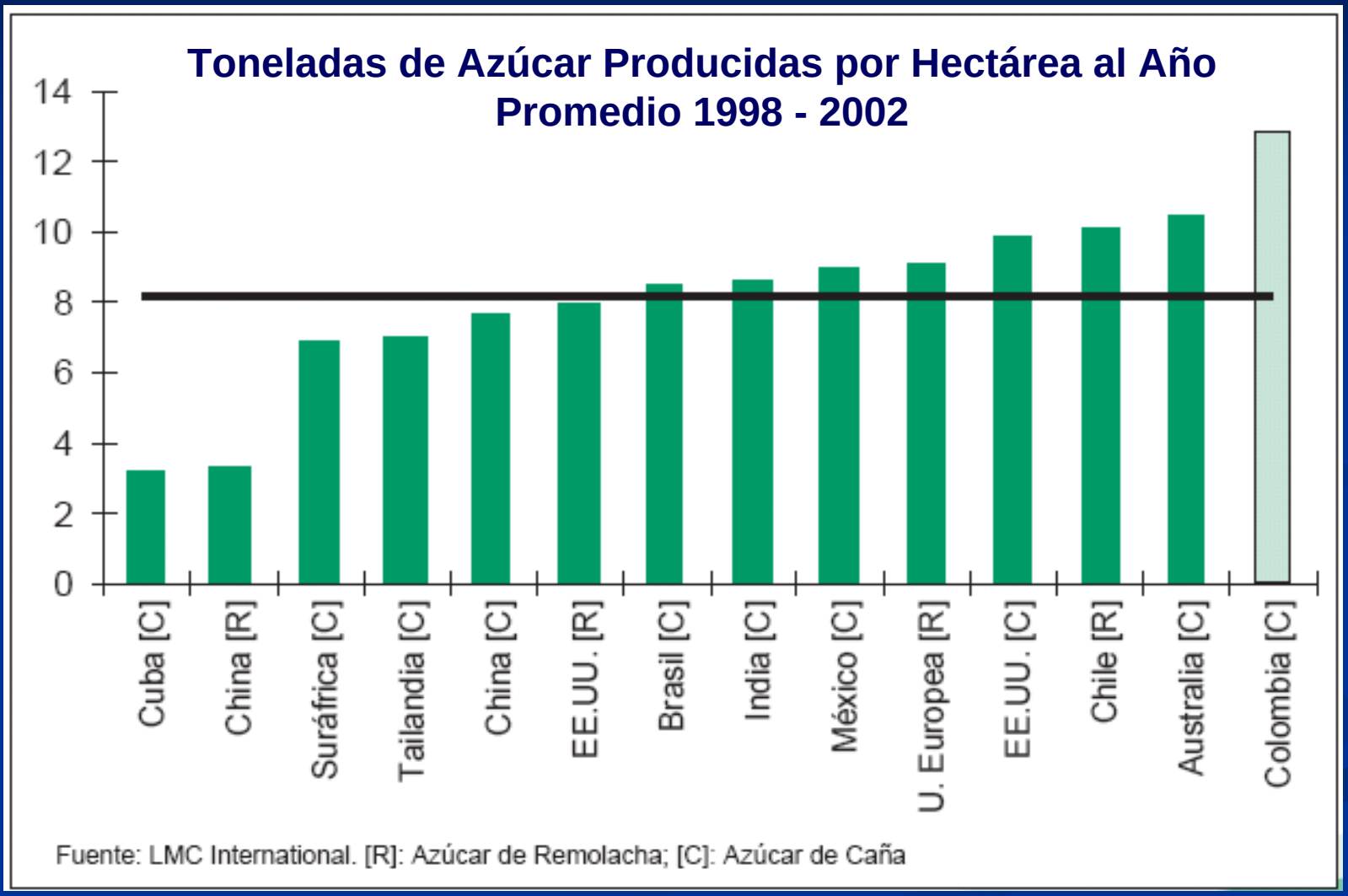
Agroindustria de la Caña de Azúcar

Destilerias
Ingenios
Caña actual
Departamentos

Escala de realización 1:1.500.000
Escala esta presentación 1:1662775

Biofuels Consulting UT

Mayor productividad agroindustrial del mundo en azúcar …



Gráfica tomada del Informe Anual de Asocaña "Aspectos Generales del Sector Azucarero 2006 -20

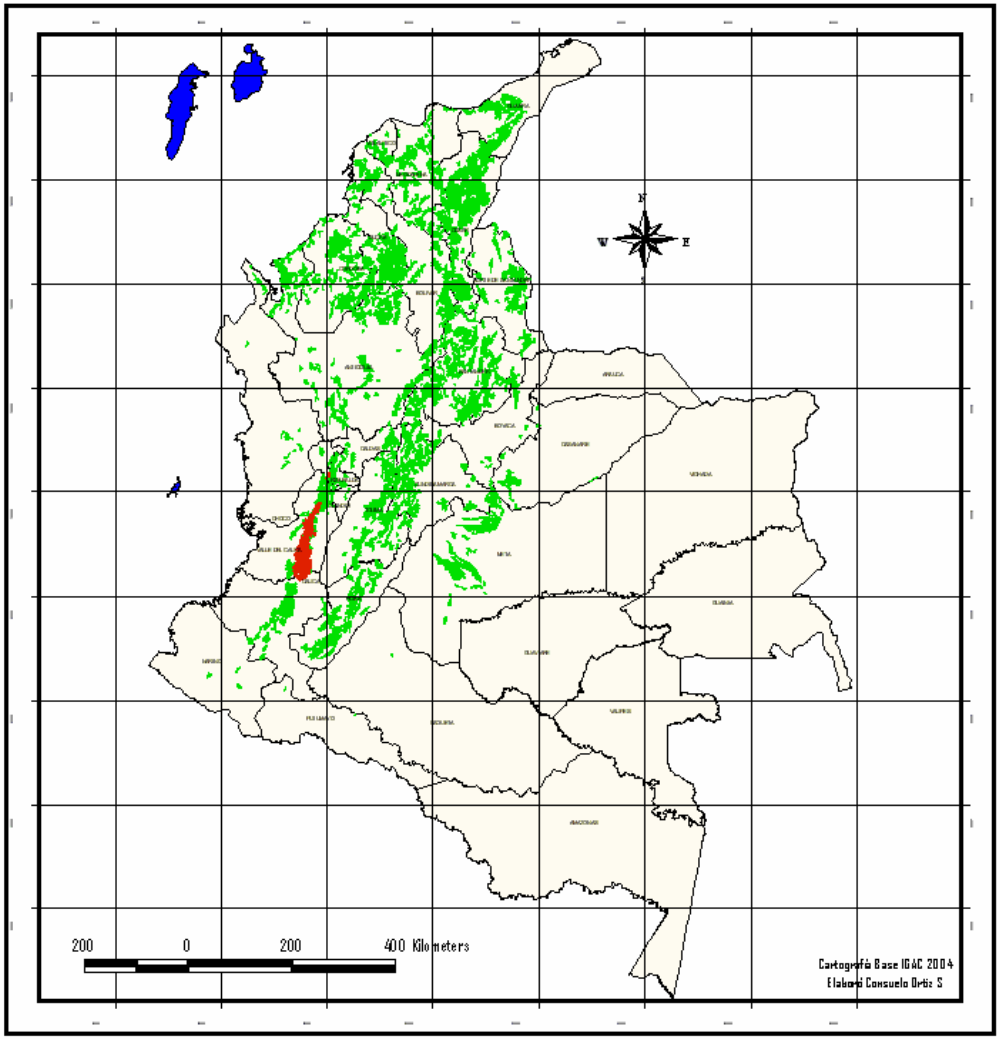
Caña Panelera

- Producción de caña panelera se realiza en laderas y valles de más de 17 departamentos
- La producción industrial y semi-industrial se focaliza en la Hoya (cuenca media) del río Suárez en Santander y Boyacá (HRS)
- Allí han logrado rendimientos > 120 t/ha/a, similares al VGRC
- En la agroindustria nacional están involucrados más de 70.000 predios y 20.000 trapiches, que generan el sustento de cerca de 370.000 personas según cálculos de CORPOICA.

Caña Panelera Ventajas

- Fácilmente adaptable a condiciones de ladera y climas de todo el país;
- CORPOICA sostiene que se pueden igualar o mejorar los rendimientos de la caña en el VGRC; la prueba es la HRS.
- En los Llanos Orientales y la Costa Atlántica se puede producir caña en menor tiempo – no siempre con mayores rendimientos por ha que en el VGRC o la HRS – pero a costos de producción menores si se consideran los menores costos de oportunidad de la tierra (arriendo) y mano de obra no organizada laboralmente
- La caña panelera de la Hoya del Río Suárez y la caña que se produzca con propósito de biocombustibles en los llanos Orientales (Departamento del Meta) y otros departamentos satélites a los centros de consumo o líneas de distribución tienen como ventaja general sobre la caña de azúcar del VGRC la disminución de los costos de transporte del producto final; como desventaja, la inexistencia o mala calidad de la malla vial terciaria.

Areas con aptitud para caña (s)

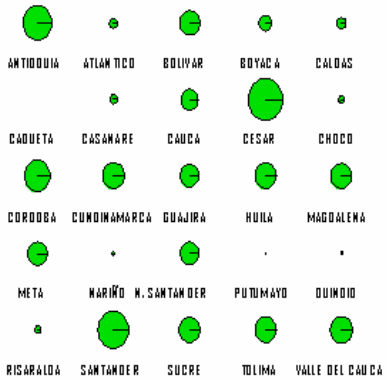


Consolidación del Mercado de Biocombustibles en Colombia

Unidad de Planeación Minero Energética UPME

Areas Potenciales para la Producción de Caña de Azúcar y Caña Panelera En Colombia

Area Potencial 6.692.397 ha



Caña actual
Caña Potencial

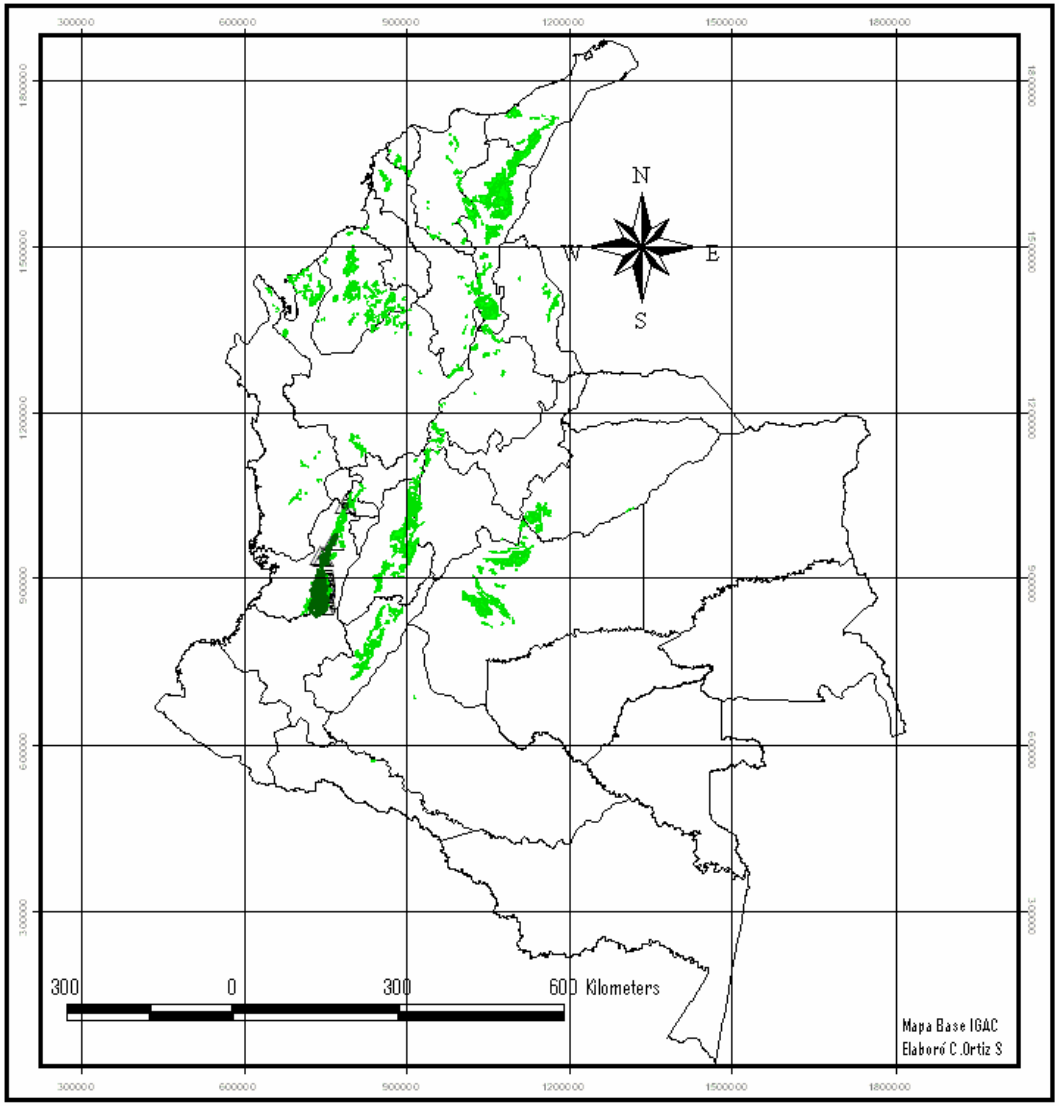
Escala de realización 1:1.500.000
Escala esta presentación 1:10380992

Biofuels Consulting UT

Areas con aptitud para caña por departamentos

Departamento	Potencial Caña Total		Potencial Caña de Azúcar		Potencial Caña Panelera	
	has	%	has	%	has	%
ANTIOQUIA	636.526	9,5%	115.917	5,4%	**520.609**	**11,5%**
ATLANTICO	62.969	0,9%	22.468	1,0%	40.501	0,9%
BOLIVAR	319.664	4,8%	49.759	2,3%	269.905	5,9%
BOYACA	146.937	2,2%	15.247	0,7%	131.690	2,9%
CALDAS	79.277	1,2%	14.444	0,7%	64.833	1,4%
CAQUETA	818	0,0%	818	0,0%	0	0,0%
CASANARE	51.548	0,8%	51.548	2,4%	0	0,0%
CAUCA	233.802	3,5%	9.368	0,4%	224.434	4,9%
CESAR	**880.021**	**13,1%**	**506.328**	**23,5%**	**373.693**	**8,2%**
CHOCO	30.867	0,5%	15.053	0,7%	15.814	0,3%
CORDOBA	**514.268**	**7,7%**	**191.865**	**8,9%**	**322.403**	**7,1%**
CUNDINAMARCA	349.650	5,2%	31.494	1,5%	**318.156**	**7,0%**
GUAJIRA	277.889	4,2%	124.248	5,8%	153.641	3,4%
HUILA	355.151	5,3%	120.594	5,6%	234.557	5,2%
MAGDALENA	343.214	5,1%	58.607	2,7%	284.607	6,3%
META	299.528	4,5%	**253.566**	**11,8%**	45.962	1,0%
NARIÑO	11.803	0,2%			11.803	0,3%
NORTE DE SANTANDER	277.875	4,2%	26.150	1,2%	251.725	5,5%
PUTUMAYO	1.419	0,0%	307	0,0%	1.112	0,0%
QUINDÍO	9.160	0,1%			9.160	0,2%
RISARALDA	37.125	0,6%	10.193	0,5%	26.932	0,6%
SANTANDER	**720.794**	10,8%	28.265	1,3%	**692.529**	**15,3%**
SUCRE	326.229	4,9%	2.073	0,1%	**324.156**	**7,1%**
TOLIMA	352.842	5,3%	**248.524**	**11,5%**	104.318	2,3%
VALLE DEL CAUCA	373.020	5,6%	**257.027**	**11,9%**	115.993	2,6%
PAÍS	6.692.397	100,0%	2.153.864	100,0%	4.538.533	100,0%

Areas con aptitud para caña de azucar

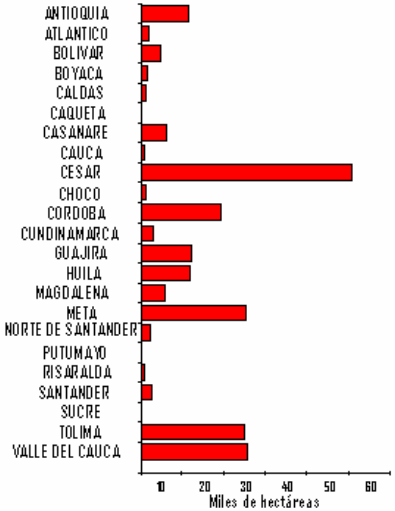


Desarrollo y Consolidación del Mercado de Biocombustibles en Colombia

Unidad de Planeación Minero Energética UPME

Areas Potenciales Caña de Azúcar - Primera aproximación

Total Area = 2.166.239 ha



Caña actual

Ingenios

Destilerías

Biofuels Consulting UT

Materias Primas Potenciales Yuca

	Área (ha)	Producción (tn)	Rendimiento (tn/ha)
Bolívar	25.624	260.261	10,2
Córdoba	18.454	255.081	13,8
Sucre	16.614	186.925	11,3
Antioquia	10.804	170.894	15,8
Santander	12.789	159.156	12,4
Norte de Santander	9.392	152.986	16,3
Magdalena	16.406	126.605	7,7
Arauca	6.991	86.110	12,3
Atlántico	7.185	70.024	9,7
Cesar	7.093	69.814	9,8
Meta	4.261	57.393	13,5
Cauca	3.689	39.699	10,8
Caquetá	5.440	39.697	7,3
La Guajira	2.473	38.807	15,7
Guaviare	2.484	38.586	15,5
Huila	4.753	32.193	6,8
Putumayo	4.856	29.884	6,2
Vaupés	3.172	25.253	8,0
Cundinamarca	3.665	21.005	5,7
Caldas	1.739	18.214	10,5
Boyacá	2.378	17.102	7,2
Tolima	1.339	16.304	12,2
Casanare	1.559	15.439	9,9
Quindío	1.049	14.735	14,0
Chocó	1.764	13.929	7,9
Valle del Cauca	842	12.920	15,3
Risaralda	528	10.304	19,5
Guainía	1.228	7.281	5,9
Amazonas	1.506	4.352	2,9
Vichada	204	1.933	9,5
Nariño	285	1.175	4,1
Total 2005	**180.566**	**1.994.059**	**10,57**

Tabla 24. Área Cosechada, Producción y Rendimiento de Yuca en Colombia, 1987-2005

AÑO	Área (ha)	Producción (tn)	Rendi-miento tn/ha
1987	159.100	1.260.390	7,9
1988	148.800	1.281.600	8,6
1989	170.600	1.509.400	8,8
1990	207.310	1.939.019	9,4
1991	173.996	1.645.213	9,5
1992	181.255	1.650.961	9,1
1993	186.499	1.900.190	10,2
1994	189.603	1.794.611	9,5
1995	182.697	1.801.079	9,9
1996	198.472	2.019.748	10,2
1997	182.071	1.676.560	9,2
1998	177.029	1.598.166	9,0
1999	179.967	1.761.546	9,8
2000	179.348	1.792.383	10,0
2001	190.197	1.980.110	10,4
2002	172.124	1.779.250	10,3
2003	174.444	1.840.717	10,6
2004	176.810	1.943.098	11,0
2005	180.566	1.994.059	11,0
PROM	179.520	1.745.689	9,7

Elaboró AGRONET con base en Evaluaciones Agropecuarias – MADR

Materias Primas Potenciales Yuca

Problemas para el Desarrollo del cultivo de la yuca (CIAT –CLAYUCA)

Influencia de las tecnologías de regiones templadas= Competencia del maíz

Falta de cultivares específicamente desarrollados para la industria.

<u>Duración de cada ciclo de selección y baja tasa de reproducción</u> = 1 ha produce semilla solo para 7 a 10 ha

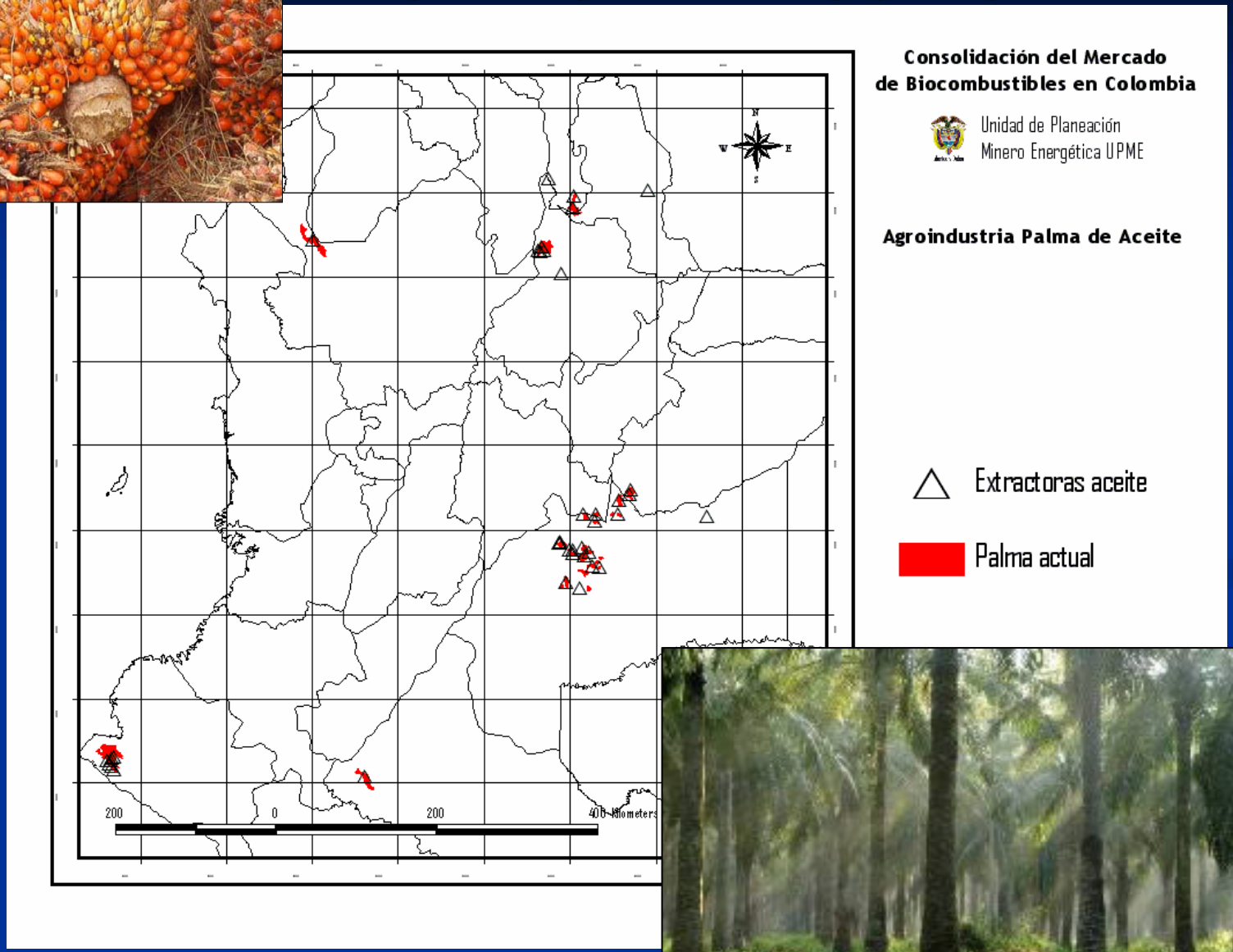
<u>Comercialización:</u> (65% de agua) = costo transporte, vida corta,

Adicionalmente las enfermedades, la alta extracción de nutrientes que deja muy pobre el suelo y obliga a altas rotaciones y al uso de grandes cantidades de agroquímicos si se quiere mantener la producción

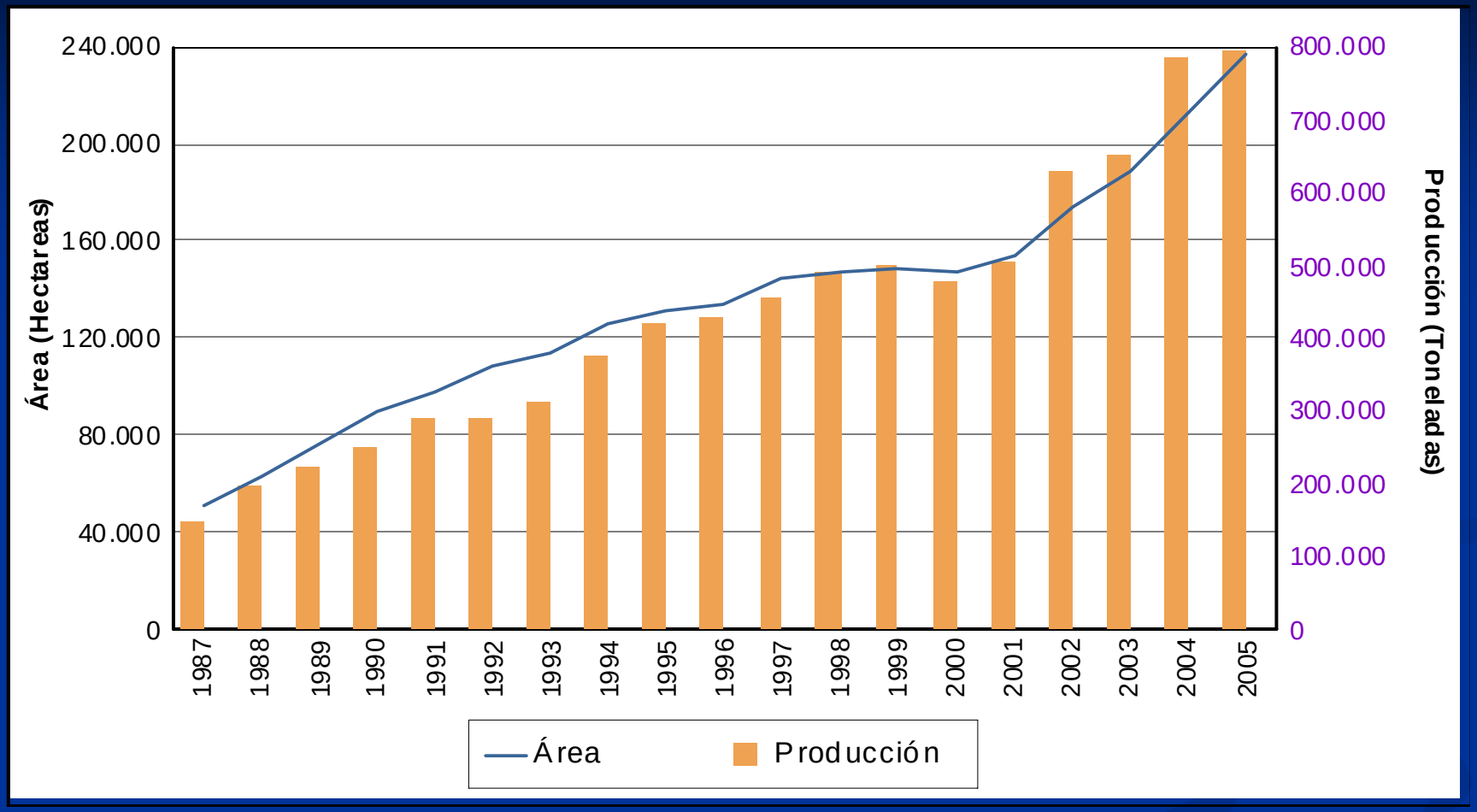
Materias Primas Potenciales Remolacha

- La remolacha azucarera como materia prima para biocombustibles tendría todas las posibilidades desde el punto de vista agronómico. Colombia dispone de condiciones edafoclimáticas para el establecimiento de las diversas variedades, y tendríamos ventajas comparativas con respecto a los países europeos porque no se tendría que luchar con la estacionalidad de la cosecha.
- Sin embargo, es una especie no probada en cultivos industriales y no se tendría certeza del comportamiento de la planta y, lo más importante, de la productividad esperada para el proceso de obtención de alcohol, que sería la incertidumbre grande de cualquier inversionista.
- La ventaja de los cultivos transitorios es que se puede volver a empezar cada que termina el ciclo de cosecha. Asimismo, se pueden cambiar variedades, mejorar los sistemas de producción y extracción, etc. Sin embargo, esa experimentación es buena para entidades de investigación pero no sería recomendable para un proceso agroindustrial serio.

Palma Africana



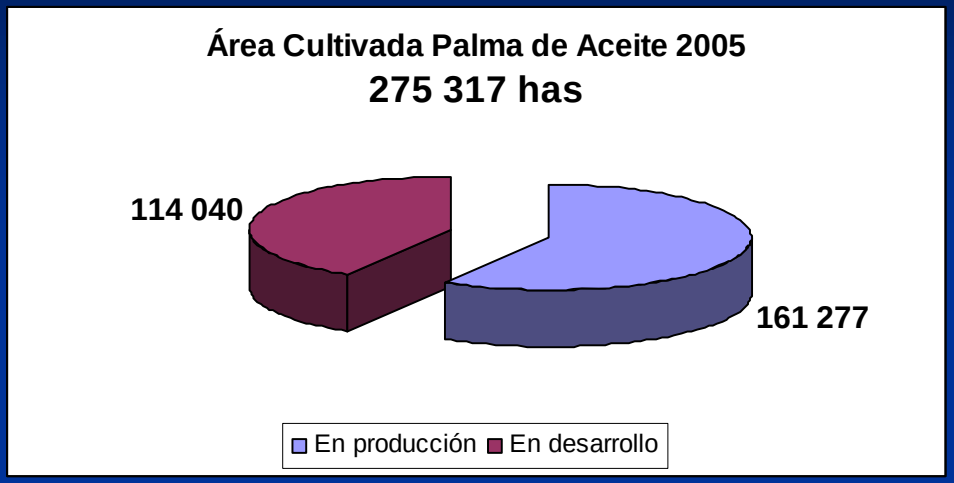
Palma Africana



Biofuels Consulting

UPME

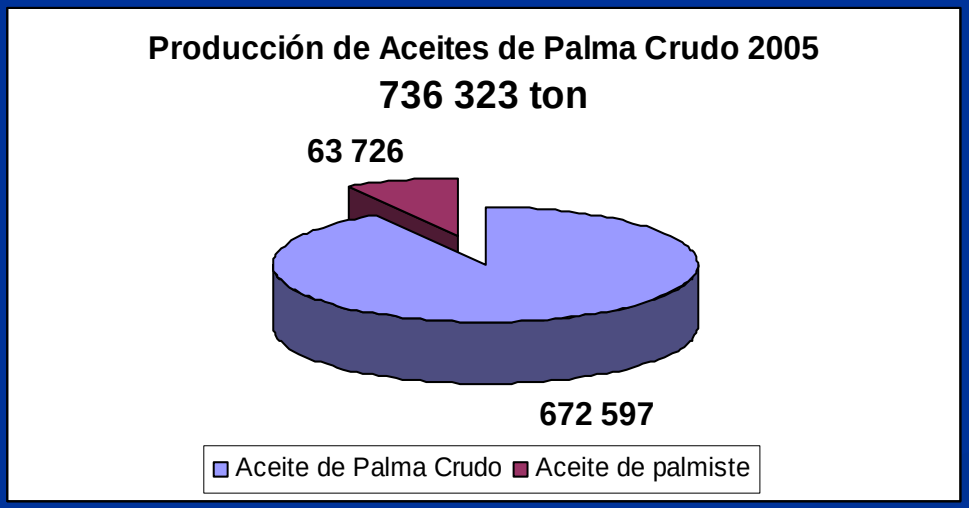
Restricciones a Corto Plazo - Palma

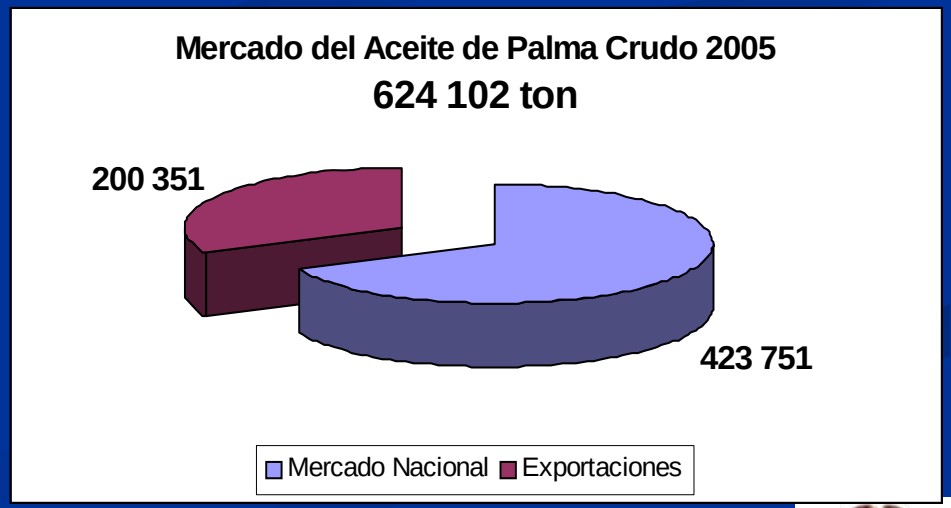


Hay que renovar 35,000 has por plagas

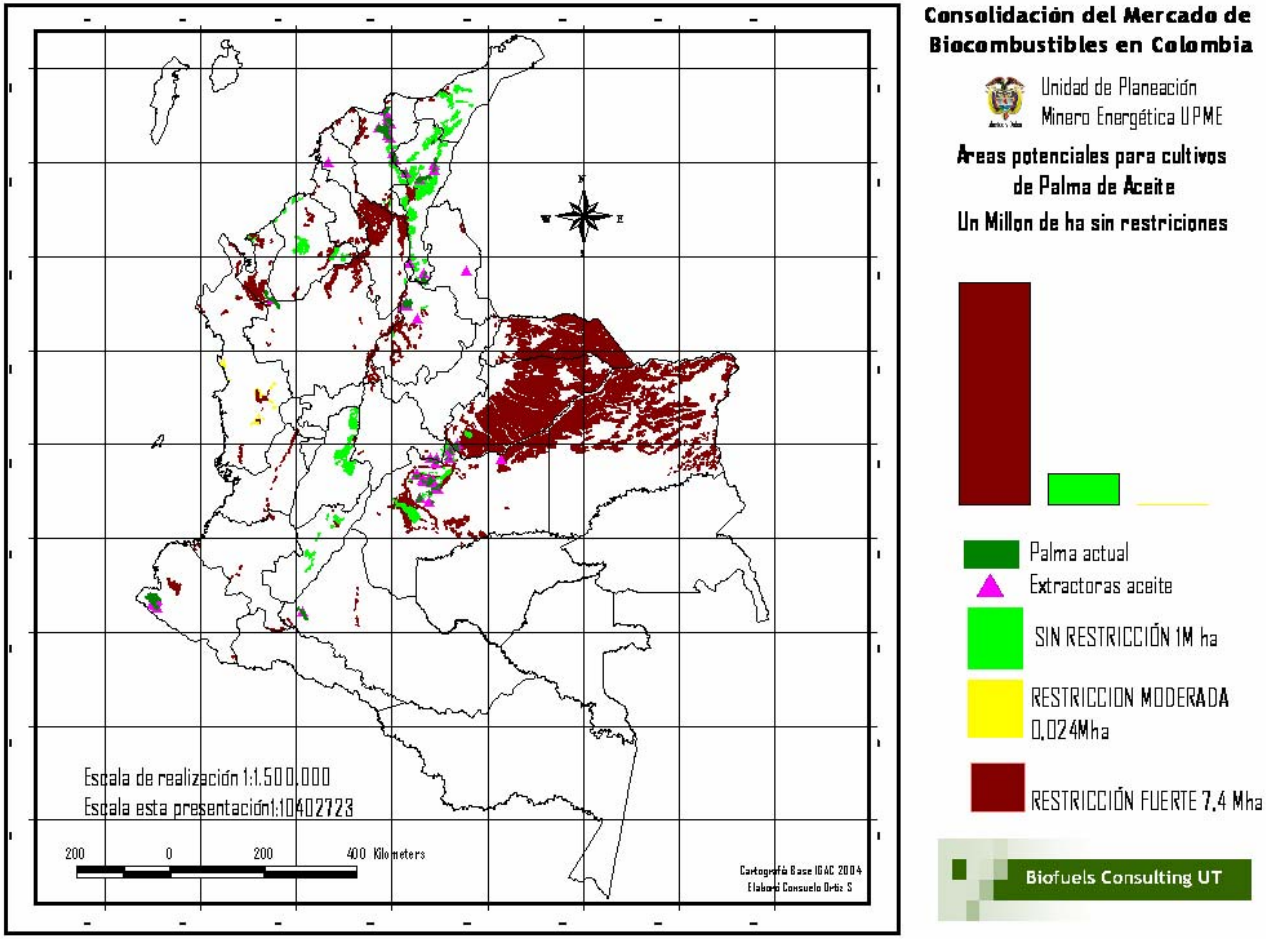
Producción nacional vs. 715.000 ton requeridas por plantas anunciadas

Mercado interno absorbe 68% palma crudo –¿biodiesel cuánto?





Palma Africana



La metodología utilizada para definir las áreas potenciales consistió en: Tomando como base el mapa de áreas potenciales para biocombustibles, más el área actual en palma, se le descontaron las áreas correspondientes a los climas fríos y medios, las áreas actuales con uso predominante en caña de azúcar, plantaciones de banano, frutales, café, las pendientes clasificadas como "e" (mayores de 25 grados) y las áreas destinadas por la zonificación agroecológica a la agricultura transitoria.

Biofuels Consulting

UPME

Materias Primas Potenciales Higuerilla

Es tal su poder de adaptación de la higuerilla en Colombia que el Instituto de Investigaciones Alexander Von Humboldt, la considera dentro de la lista preliminar de plantas invasoras del país.

En Colombia si bien las condiciones climáticas son favorables para el cultivo, no hay mercados suficientemente desarrollados para los subproductos, ni hay subsidios estatales ni facilidades de crédito especiales para el establecimiento de la materia prima. Los costos de producción no son elevados respecto a otro tipo de cultivos como la yuca, el precio que se paga en el escaso mercado ("Higueroil Colombia") es alto respecto a los registros de otros países. Aún así, el margen de utilidad para el productor sería bajo.

De acuerdo con los cálculos de costos realizados en este estudio para la higuerilla, si se aplican los rendimientos reportados en otros países - de menos de 2 toneladas por hectárea - y los precios al productor por debajo de los 500 pesos por kilo, el cultivo no sería rentable. Si se aplican los rendimientos reportados *por productores de semilla* en Colombia - de 6 a 8 tn/ha/año - y los precios al productor de 500 pesos por kilo, el cultivo sería escasamente rentable. Un pequeño productor tendría que tener cerca de tres hectáreas en higuerilla para obtener dos salarios mínimos mensuales.

Limitaciones Agrícolas Generales

- Falta de mercados
- Escasez y costo de insumos
- Poca asistencia técnica
- Poca transferencia de tecnología
- Estado de las vias terciarias

La mayoría de los proyectos de biocombustibles en Colombia tienen condiciones tecnológicas que superan estos problemas apoyados por entidades como:

cenicaña cenipalma Corpoica CIAT CLAYUCA

Biofuels Consulting

UPME

Análisis del Portafolio de Proyectos

Biofuels Consulting

UPME

¿Qué se Modeló?

1. Identificar las materias primas, las capacidades y las localizaciones más apropiadas a la estructura de la demanda regionalizada del país.
2. Establecer bajo qué criterios y condiciones se puede elaborar una estrategia conducente al desarrollo de proyectos con potencialidad exportadora.
3. De los proyectos identificados en este estudio se seleccionó un subconjunto que, además de tener condiciones para ser desarrollados, representan las particularidades regionales de abastecimiento.

Descripción del Modelo

Decisiones:

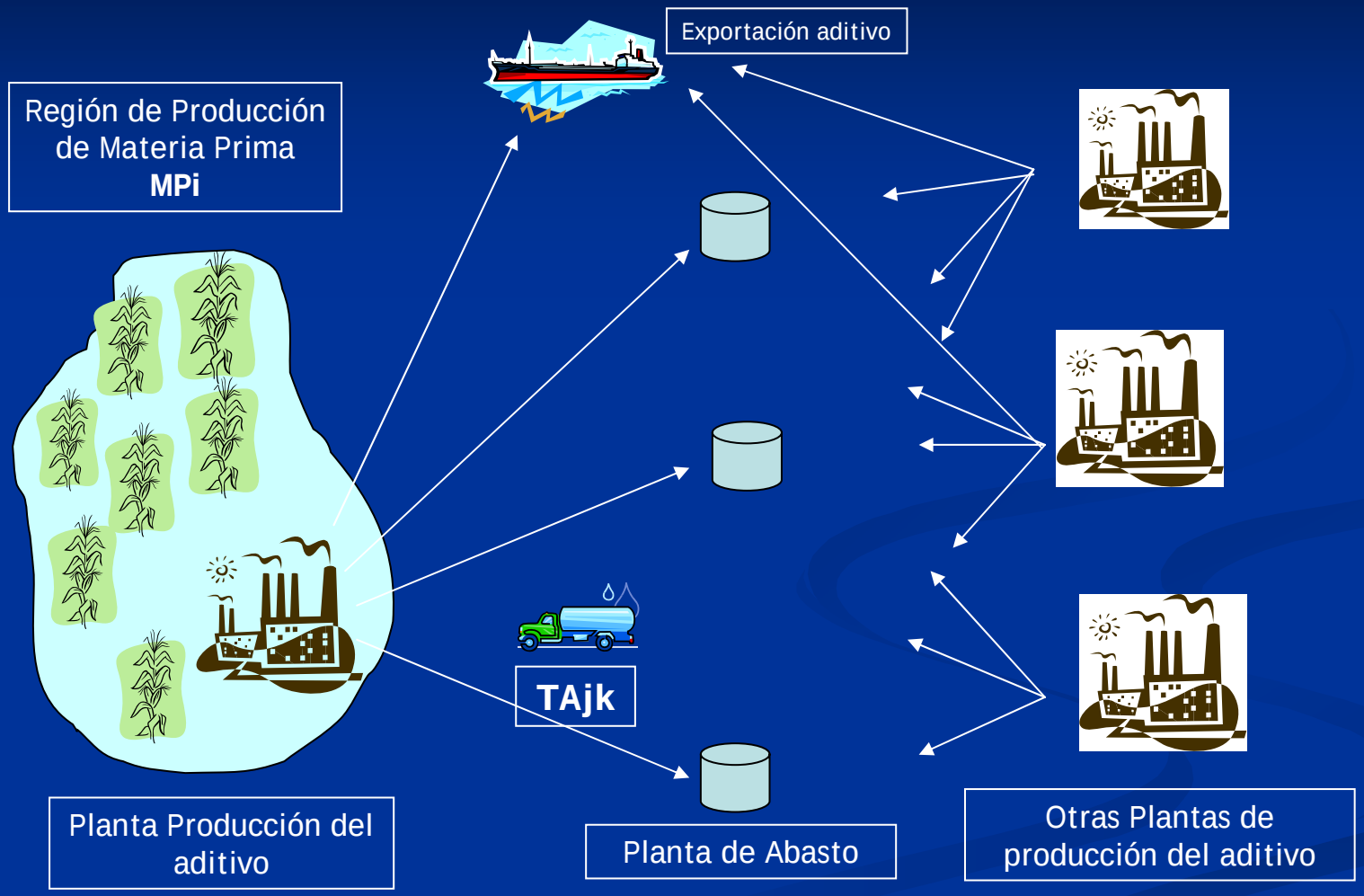
- Área a cultivar en cada región de cada materia prima.
- Capacidad y localización de las plantas de producción
- Flujos de transporte entre cada planta de producción del aditivo y cada planta de abasto, donde se realizan las mezclas, incluyendo las cantidades a exportar.

Sujetos a:

- Restringido por las áreas máximas de cultivo por región
- Satisfacer las demandas regionales en las plantas de abasto.
- Restringido por las capacidades de las plantas de producción de aditivo

El modelo, en consecuencia, se configura alrededor de una red de transporte, donde los *nodos de origen* son las plantas de producción y los *nodos de destino* son las plantas de abasto donde se hacen la mezcla

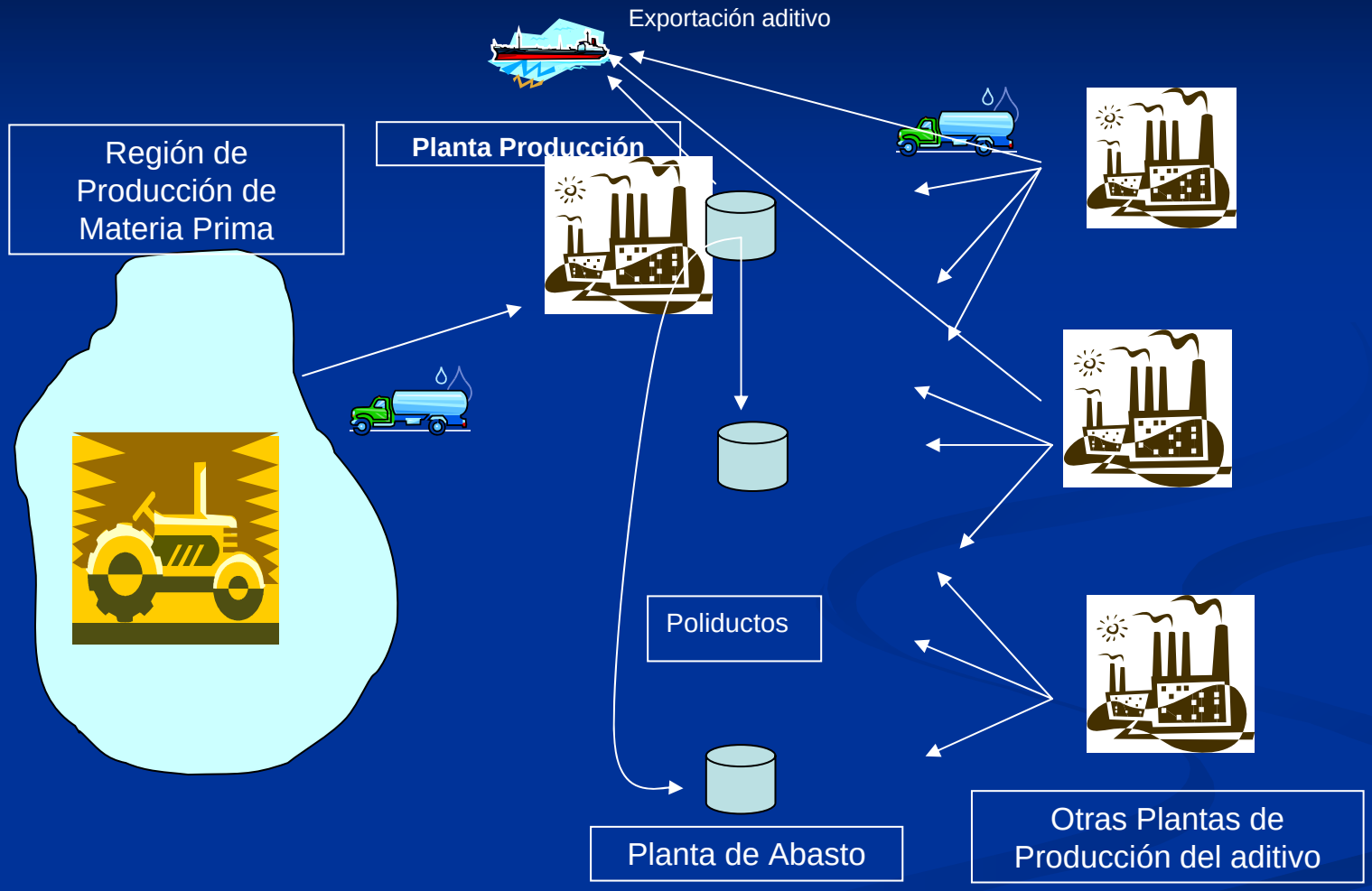
Caso 1: Localización de la planta de producción del aditivo en la región de producción de la materia prima



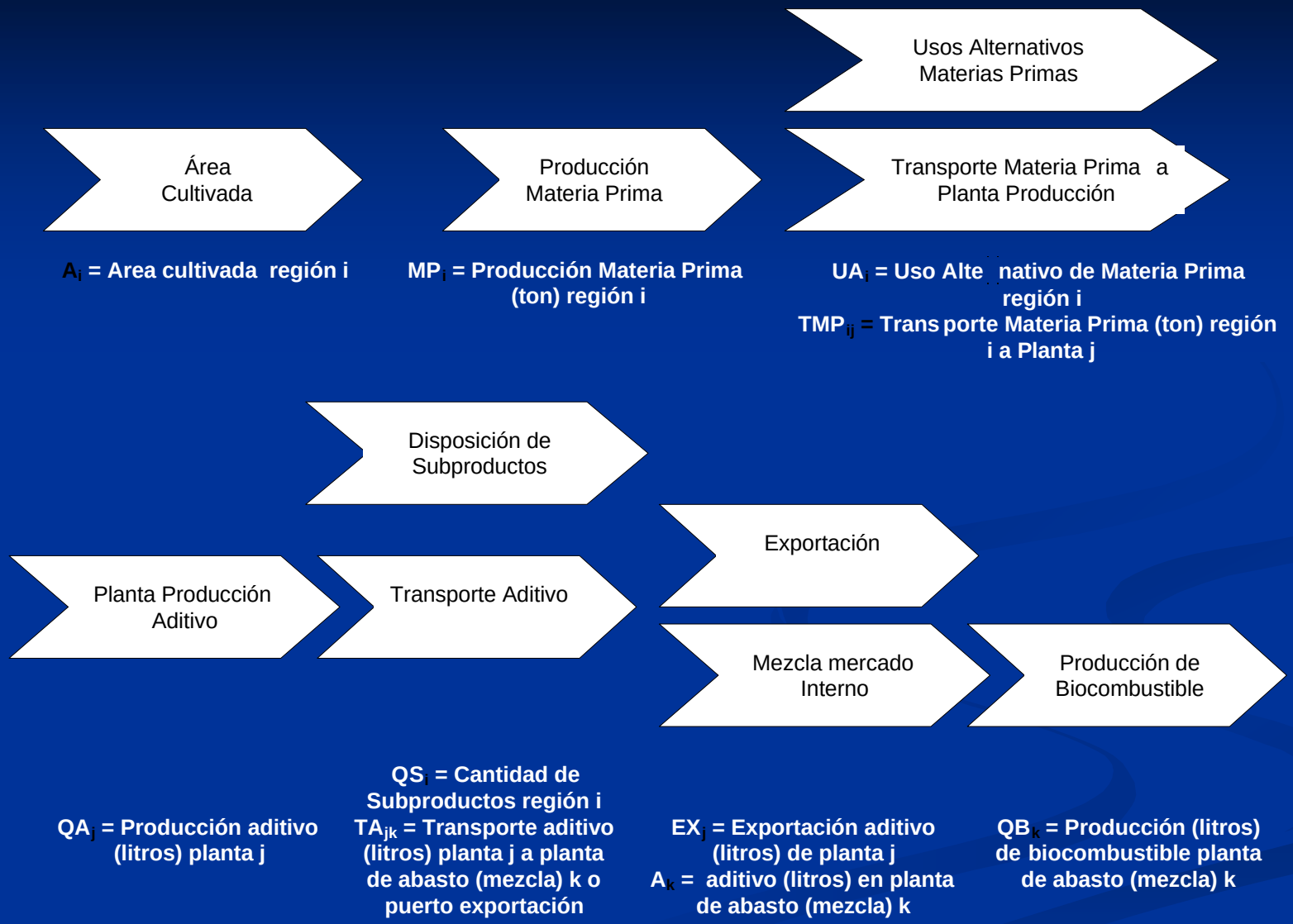
Biofuels Consulting

UPME

Caso 2: Localización de la planta de producción del aditivo en la refinería



Cadena de Valor



Biofuels Consulting

UPME

Configuración del Modelo

Solución óptima –de menor costo– para escenarios específicos:

- Área máxima de cultivo en cada región para cada tipo de cultivo (materia prima)
- Productividad de la tierra (T/Hect)
- Productividad y tamaño de las plantas de producción de los aditivos en función de la tecnología y la materia prima
- Estructura de costos unitarios de producción de materia prima, producción del aditivo y transporte, así como el costo de oportunidad de los usos alternativos de la materia prima y de exportación de los aditivos

Programación del Modelo

- Programado en *Crystal Ball,* usando su subrutina *OptQuest*, la cual encuentra soluciones óptimas a modelos de simulación, sobre una plataforma Excel.
- *Crystal Ball* permite hacer **análisis de riesgos**, teniendo en cuenta que los costos unitarios y las demandas tienen un alto nivel de incertidumbre.
- La Función Objetivo (Costos Totales) es una variable aleatoria y la optimización encuentra el valor mínimo de la media de la distribución de probabilidades.
- Puede considerar hasta 15 proyectos, seleccionados de la lista de todos los proyectos identificados.

Resultados – Biodiesel (1)

- La componente de mayor peso en la estructura de costos del biodiesel es el aceite (materia prima), con el 85.3%.

- El desarrollo del biodiesel debe prestar atención a la materia prima, considerando las tierras más aptas, las prácticas agrícolas adecuadas y los procesos de extracción más eficientes.

- Las plantas con vocación exportadora están ubicadas en las costas y las plantas ubicadas en el interior del país se orientan a atender el mercado interno:
  - Facatativá (con aceite proveniente del Meta) atiende la demanda de Bogotá y Cesar-Carbón;
  - ECOPETROL atiende desde el Magdalena Medio a Antioquia, el Eje Cafetero, Huila-Tolima y Santander;
  - Santa Marta atiende a la Costa y la Guajira

Resultados – Biodiesel (2)

- Las localizaciones convenientes son Santa Marta, Facatativá (con aceite del Meta), Magdalena Medio y Tumaco.
- Sólo se justifica **una** planta en los Llanos Orientales y **una** en el Magdalena Medio para el cubrimiento del mercado nacional.
- Plantas en las costas con un gran potencial de exportación.
- Evaluar la conveniencia de crear un fondo de compensación de precios del biodiesel al estilo de los ya diseñados para el azúcar y el aceite de palma, que compense las diferencias de costos entre las plantas por su localización.
- El costo por galón oscila entre $ 4.334/gl y $ 4.455/gl; sólo las plantas de menores costos son competitivas en el mercado internacional con precios por debajo de US$ 2,50/gl.

Resultados – Etanol (1)

- El mayor aporte a los costos lo hace la materia prima, con el 53%, seguido por el procesamiento, con el 40%. El tema agrícola es tan importante como la parte industrial.
- En la producción de etanol hay ventajas de las destilerías asociadas con ingenios azucareros por las economías de escala, la complementación de procesos, menores costos de inversión, el uso de mieles finales para la producción de alcohol, la flexibilidad para alternar con la producción de azúcar para exportación y la existencia de plantaciones de caña disponibles.
- Las destilerías asociadas con ingenios en producción situadas en el valle geográfico del Río Cauca tienen ventajas respecto a cualquier desarrollo nuevo autónomo.

Resultados – Etanol (2)

- Las localizaciones convenientes son el valle geográfico del Río Cauca, la Hoya del Río Suárez, Boyacá y el Meta.
- Pautas para la configuración del abastecimiento regional:
  - Antioquia, el Eje Cafetero, el Occidente, la Costa y la Guajira son abastecidas desde el valle geográfico del Río Cauca
  - Bogotá por la Hoya del Río Suárez y el Meta.
  - Huila-Tolima se abastece del Meta.

La yuca como materia prima no participa en el abastecimiento de etanol.

- Hay una tendencia a exportar excedentes, pero no de manera generalizada.
- El costo promedio por galón es de $ 3.920/Gl, por lo cual a un precio internacional de US$ 2,00/Gl, sólo las plantas de menores costos tienen vocación exportadora.

Proyectos

Destilerías Existentes

Inversionista - Promotor	Capacidad K-Lts / día	Municipio(s) /Región(es)	Departamento(s) Región(es)	Materia Prima
Ingenio del Cauca	300	El Ortigal - Miranda	Cauca	Caña
Ingenio Providencia	250	Vía Palmira-Cerrito Km.17	Valle del Cauca	Caña
Ingenio Manuelita	200-250	Vía Palmira-Buga Km.7	Valle del Cauca	Caña
Ingenio Mayagüez	150	Vía Palmira-Candelaria	Valle del Cauca	Caña
Ingenio Risaralda	75-100	Vía Balboa-La Virginia Km.2	Risaralda	Caña

Incauca

Providencia

Manuelita

Proyectos Alcohol Carburante

Inversionista - Promotor	Capacidad K-Lts / día	Municipio(s) / Región(es)	Departamento(s) Región(es)	Materia Prima
Ingenio Central Castilla	200	Zona rural Pradera	Valle del Cauca	Caña
Ingenio Riopaila	150	Corregimiento de La Paila	Valle del Cauca	Caña
Petrotesting S.A.	20	Puerto López	Meta	Yuca
Alcol S.A. (Alcoholes Río Suárez) Development & Investment Consulting Group	150-350	Güepsa (Hoya del Río Suárez)	Santander	Caña
SUCROL S.A. Gobierno Colombiano	70-100	Vía Sincelejo - Montería Km 7	Sucre	Yuca
Maquiltec - Maquilagro	300	Duitama - Tuta	Boyacá	Remolacha
FAQUIN	150	Tebaida, Montenegro, Caicedonia	Quindío	Caña
ECB (Ethanol Consortium Board) Sekab (Svensk Etanol Kemi AB)	300	Mahates, Arjona y Marialabaja	Bolívar	Caña
BioEnergy S.A. - Luis Ricardo Roa	150	Puerto López	Meta	Caña
De Sargo Ltda. - Central Sicarare	100	Codazzi	Cesar	Yuca - Maiz

Proyectos Alcohol Carburante
(Cont.)

Inversionista - Promotor	Capacidad K-Lts / día	Municipio(s) / Región(es)	Departamento(s) Región(es)	Materia Prima
Maquiltec - Maquilagro	300		Cundinamarca	Remolacha
Maquiltec - Maquilagro	300		Cundinamarca	Remolacha
Maquiltec - Maquilagro	300		Cesar	Remolacha
Maquiltec - Maquilagro	300		La Guajira	Remolacha
Maquiltec - Maquilagro	300		Magdalena	Remolacha
ECB (Ethanol Consortium Board) Sekab (Svensk Etanol Kemi AB)	300	San Onofre y Tolú Viejo	Sucre	Caña
ECB (Ethanol Consortium Board) Sekab (Svensk Etanol Kemi AB)	300	Momil y Purísima	Córdoba	Caña
Gobernación de Tolima - Fábrica de Licores	50		Tolima	Caña o Yuca
Monómeros Colombo Venezolanos		Barranquilla	Atlántico	

Proyectos Alcohol Carburante
(Cont.)

Inversionista - Promotor	Capacidad K-Lts / día	Municipio(s) / Región(es)	Departamento(s) Región(es)	Materia Prima
Goldman & Bradstreet	300	Hoya del Río Suárez	Santander-Boyacá	Bagazo
Etanoles de Colombia S.A.	300	Baranoa	Atlántico	Maíz Amarillo
Cecoonor (Central Cooperativa del Nordeste)	100	Vegachí	Antioquia	Caña
Gobernación de Caldas	150	Vía Manizales-Medellín Km. 41	Caldas	Caña
Wood Group Colombia - Diseños Energéticos Conyucor (Consorcio Yucas de Córdoba)	330	Montería, San Bernardo, Lorica	Córdoba	Yuca
Programa Life-PNUD	200-250	Canal del Dique, San Onofre, San Pedro	Bolívar	Caña o Yuca
Gobernación Norte de Santander	250	Zulia	Norte de Santander	Caña
Ecopetrol - Petrobrás				Caña
Proyecto Luis Ricardo Roa			Tolima	Caña
Proyecto Luis Ricardo Roa			Norte de Santander	Caña
Universidad Nacional Corporación para Investigaciones Biológicas		Urabá	Antioquia	Banano

Proyectos Biodiesel

Inversionista - Promotor	Capacidad		Municipio(s) / Región(es)	Departamento(s) Región(es)	Materia Prima
	K-Lts / día	K-Ton / Año			
Biodiesel Las Flores - Oleoflores	175	50	Codazzi	Cesar	Aceite de Palma
Ecodiesel S.A. - Ecopetrol Proyecto Asociativo del Magdalena Medio	351	100	Magdalena Medio	Santander	Aceite de Palma
BioD	351	100	Factativá	Cundinamarca	Aceite de Palma
Aceites Manuelita S.A.	351	100	San Carlos de Guaroa	Meta	Aceite de Palma
Biocombustibles Sostenibles del Caribe	351	100	Santa Marta	Magdalena	
Biocastilla	123	35	Castilla La Nueva	Meta	Aceite de Palma
Odin Energy Santa Marta Corporation Jasb Group	126	36	Santa Marta	Magdalena	Aceite de Palma

Proyectos Biodiesel
(Cont.)

Inversionista - Promotor	Capacidad		Municipio(s) / Región(es)	Departamento(s) Región(es)	Materia Prima
	K-Lts / día	K-Ton / Año			
Biodiesel de Colombia - Palmeiras	351	100	Tumaco	Nariño	Aceite de Palma
Proyecto Asociativo de la Zona Norte	351	100	Santa Marta - Fundación	Magdalena	
Ecopetrol - Petrobrás	70	20	Barrancabermeja	Santander	Higuerilla
Ecopetrol	351	100	Cartagena	Bolívar	Aceite de Palma
Biodiesel Las Flores - Oleoflores	351	100	Marialabaja	Bolívar	Aceite de Palma
Biodiesel Las Flores - Oleoflores	351	100	Santa Marta	Magdalena	
Cia Agroforestal Colombia - Erpasa - Ingemá	1,052	300	Puerto Carreño	Vichada	Jatropha

Competitividad

Biofuels Consulting

UPME

Ingenios y Palmeros

- Sinergias – Ventaja competitiva:
  - Materia prima para biocombustible
  - Proceso industrial básico
  - Energía y vapor
  - Músculo financiero
- Precios y fletes regulados
- Desregulación futura

Otros Proyectos

- No tienen las sinergias – desventaja competitiva vs. ingenios y palmeros
- Precios: hay que cambiarlos si entran nuevas materias primas
- Fletes: hay que fijar tablas completas origen – destino
- No hay antecedentes a escala industrial en otros cultivos

Competitividad Biodiesel

- La mezcla no es obligatoria
- Limitaciones de biodiesel de palma en punto de fluidez
  - Solidificación a bajas temperaturas
  - Requiere calor en planta de mezcla
- Fórmula de precios atractiva, piso y techo
- Se va a saturar muy rápido el mercado
  - Ecopetrol Barranca - 3% de diesel interior
  - Oleoflores – 5% de diesel Costa Caribe

Competitividad Biodiesel

- Problemas:
  - Aumentar porcentaje en la mezcla – fabricantes de motores se oponen a más de 5%
  - Limitación técnica por punto de nube para exportar
  - Alta inestabilidad a la oxidación
  - Falta de mercado para el glicerol

Conclusiones y Recomendaciones

RETOS ENFRENTADOS

ALCOHOL CARBURANTE

- Cubrir la totalidad del país al 10% de mezcla
- En proceso: entrada de Santander y Sur del Cesar al programa de gasolina oxigenada a mediados del año 2007
- Preparar la entrada de porcentajes superiores de mezcla sin perjudicar al consumidor (20% de 5 a 10 años).
- Modernización del parque vehicular colombiano; conversión vehículos modernos a flex fuel = US$500
- Mantener e incrementar la oferta de alcohol carburante vs. coyuntura actual de precios internacionales (costo de oportunidad) de las materias primas y el abastecimiento alimenticio

RETOS ENFRENTADOS

ALCOHOL CARBURANTE

- Entrada de nuevos proyectos como fuente de empleo agrícola y desarrollo rural.
- Ajuste de la regulación de precios y tarifas de transporte para cubrir otras materias primas diferentes a la caña de azúcar y otras zonas diferentes al valle del Río Cauca
- Apertura de nuevos mercados (mercado global y no solo nacional) - Tratados de Libre Comercio.
- Mantener e incrementar la oferta de alcohol carburante vs. coyuntura actual de precios internacionales (costo de oportunidad) de las materias primas

RETOS ENFRENTADOS

BIODIESEL

- Cubrir la totalidad del país al 5% de mezcla
- Superar restricciones de corto plazo en mercados de materias primas
- Manejo del aceite y/o biodiesel de palma en climas fríos y el posible efecto negativo en los motores para mezclas superiores al 5%
- Punto de nube: 16 ^{o} C
- Punto de fluidez: 13 ^{o} C

CONCLUSIONES

- El mercado interno de combustibles, y por ende de biocombustibles como demanda derivada, es estrecho - incluso decreciente para etanol.
- La demanda interna de E10 y B5 se puede abastecer con pocas plantas y pocas tierras incrementales, con mecanismos financieros y recursos existentes
- Para el parque automotor nacional, mezclas superiores a E10 y B5 no tienen sustento técnico ni económico

CONCLUSIONES

- Aún doblando los porcentajes de mezcla, los volúmenes de mercado interno de biocombustibles no soportarían muchas plantas adicionales de etanol y biodiesel.
- El Decreto 2629 de Julio 10 de 2007 no tiene sustento técnico ni económico
- No obstante, el país tiene muchas tierras aptas y vasto potencial agronómico y comercial para la exportación de biocombustibles, y el reto es alistarnos para competir globalmente.

RECOMENDACIONES

- Identificar las posibilidades y los límites reales de ampliación de los porcentajes de etanol y biodiesel más allá de las mezclas E10 y B5 desde 3 ópticas:
  - Desempeño mecánico y durabilidad de componentes.
  - ¿Quién paga?
  - Costo-beneficio ambiental
- Realizar un estudio de los mercados internacionales de biocombustibles.

RECOMENDACIONES

- Propiciar la diversificación de regiones, productores y cultivos, así como la competencia de proyectos y zonas, para dar robustez al sector y distribuir más equilibradamente los beneficios fiscales
- Fijarse la meta de liberar los precios de los biocombustibles en el mediano plazo.
- Entre tanto, atar los precios internos a indicadores de precios internacionales ampliamente conocidos de los mismos biocombustibles o de los combustibles a sustituir.

RECOMENDACIONES

- Mientras se liberan los precios, establecer tarifas de transporte de etanol y biodiesel para todas las opciones de origen – destino.
- Aclarar el tema del punto de nube y la estabilidad a la oxidación del biodiesel de aceite de palma, barrera tecnológica discutida en el Tomo III.
- Evaluar la posibilidad de enviar mezclas B5 directamente desde refinería a las plantas de Bogotá, Mansilla y Manizales.
- Ampliar los horizontes de mercados a los inversionistas, mediante fórmulas que incentiven las exportaciones y a la vez aseguren el abastecimiento interno.

Información adicional

Los 5 tomos del estudio están disponibles para consulta en la Biblioteca de la UPME

Para inquietudes adicionales sobre los aspectos a su cargo, pueden comunicarse con los autores a sus respectivos correos electrónicos:

jeddytorres@msn.com

ralban@cable.net.co

lesmes.corredor@gmail.com

consuelitoortiz@yahoo.com

felixb@etb.net.co

Biofuels Consulting

UPME

Muchas Gracias

Biofuels Consulting