

Biocombustibles em El Brasil



Asesor - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Profesor Adjunto - Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro Duque Dutra



Sumário

- Introducción de los biocombustibles: tendencia reciente
- Técnico de los aspectos de la producción
- Del campo al vehículo: la experiencia brasileña
- La competición con la gasolina
- Costo, productividad y crisis



La dirección brasileña

Matriz energética – Brasil

Fuente	Participación
Carbón	6,1%
Petróleo	38,5%
Gas Natural	11,0%
Uranio	1,4%
Madera, eólico etc.	12,5%
Hidroeléctrica	14,2%
Caña	16,4%

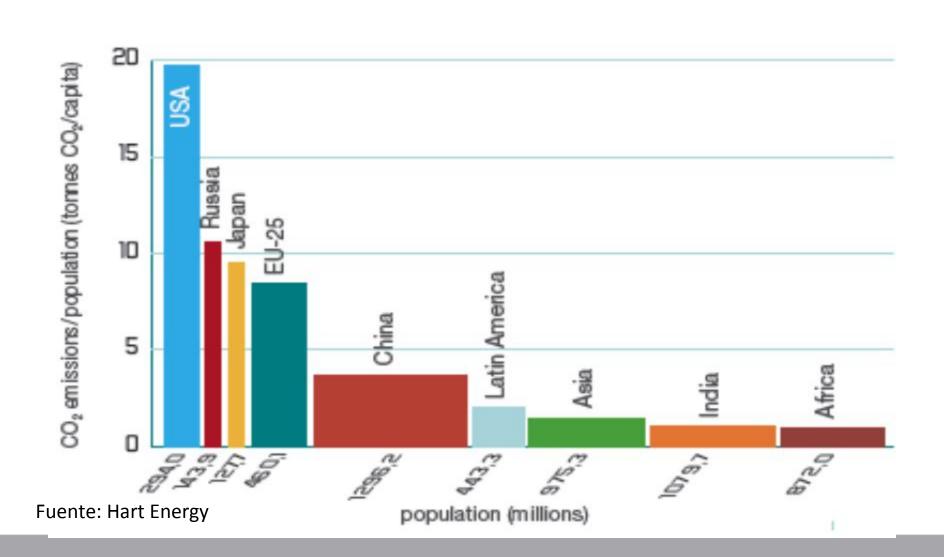
Renovables / matriz energética

Brasil 43%
Mundo 13%
OCDE 7,6%

Fuente: MME y OCDE



Emisiones de CO₂, 2008



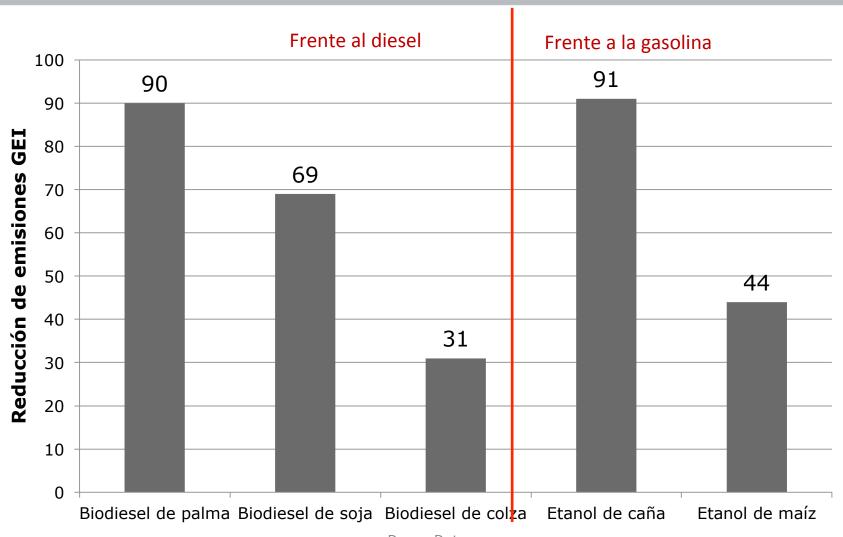


Iniciativas para los biocombustibles

Country	Mandate
Australia	E2 in New South Wales, increasing to E10 by 2011; E5 in Queensland by 2010
Argentina	E5 and B5 by 2010
Bolivia	B2.5 by 2007 and B20 by 2015
Brazil	E22 to E25 existing (slight variation over time); B2 by 2008 and B5 by 2013
Canada	E5 by 2010 and B2 by 2012; E7.5 in Saskatchewan and Manitoba; E5 by 2007 in Ontario
China	E10 in 9 provinces
Colombia	E10 existing; B5 by 2008
Dominican Republic	E15 and B2 by 2015
Germany	E2 and B4.4 by 2007; B5.75 by 2010
India	E10 in 13 states/territories
Italy	E1 and B1
Malaysia	B5 by 2008
New Zealand	3.4 percent total biofuels by 2012 (ethanol or biodiesel or combination)
Paraguay	B1 by 2007, B3 by 2008, and B5 by 2009
Peru	B5 and E7.8 by 2010 nationally; starting regionally by 2006 (ethanol) and 2008 (biodiesel)
Philippines	B1 and E5 by 2008; B2 and E10 by 2011
South Africa	E8-E10 and B2-B5 (proposed)
Thailand	E10 by 2007; 3 percent biodiesel share by 2011
United Kingdom	E2.5/B2.5 by 2008; E5/B5 by 2010
United States	Nationally, 130 billion liters/year by 2022 (36 billion gallons); E10 in Iowa, Hawaii, Missouri, and Montana; E20 in Minnesota; B5 in New Mexico; E2 and B2 in Louisiana and Washington State; Pennsylvania 3.4 billion liters/year biofuels by 2017 (0.9 billion gallons)
Uruguay	E5 by 2014; B2 from 2008-2011 and B5 by 2012



La reducción de GEI por biocombustibles





La producción de etanol

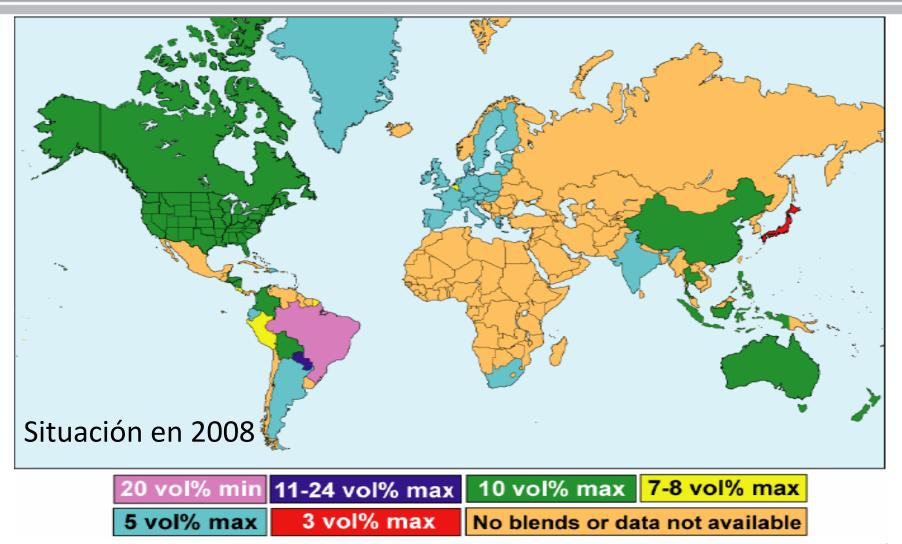
Mundo, año de 2012, litros

Región	Producción
América Norte e Central	52.112
América Sud	21.953
Europa	4.311
Asia	3.605
Australia	269
África	159

País	Prod
Estados Unidos	50.412
Brasil	21.033
China	2.101
Canada	1.699

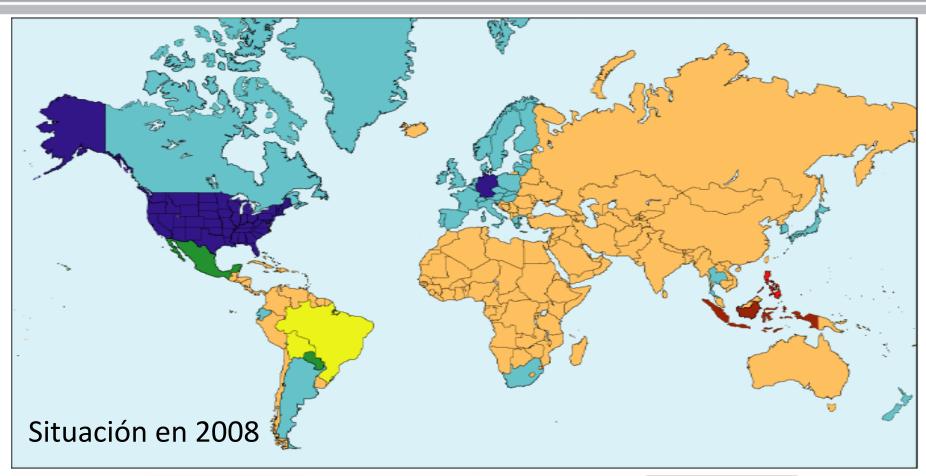


Uso de etanol en el mundo





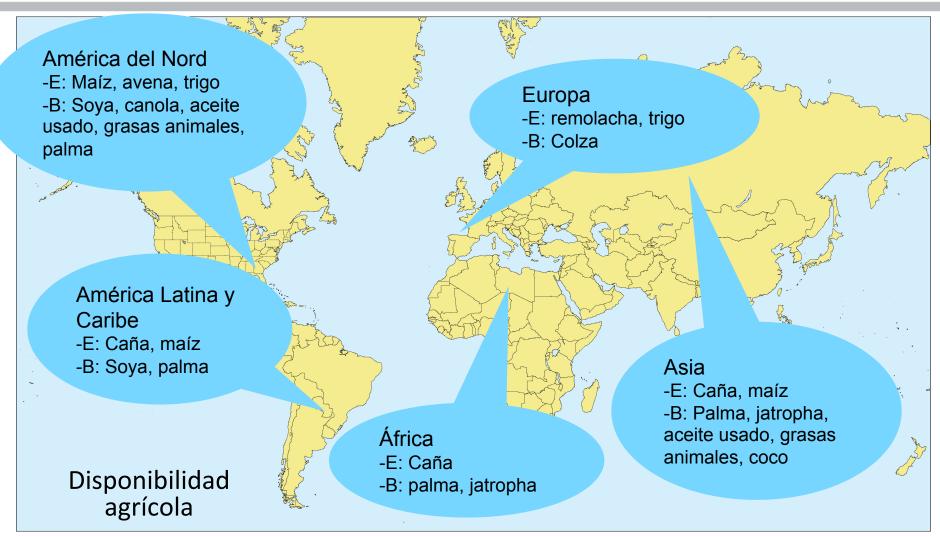
Uso de biodiesel en el mundo



Pure Biodiesel 20 vol% max 10 vol% max 5 vol% max 2 vol% max 1 vol% max No blends or data not available



Biocombustibles líquidos





Condiciones de base

- Demanda crecente en el mundo
- Preocupaciones ambientales mas rigorosas
- Aumento do comercio internacional
- Avanzo en la productividad y balance energético de biocombustibles:
 - Biodiesel: nuevas oleaginosas (6.000 L/ha) versus culturas tradicionales (600 L/ha)
 - Etanol: nuevos métodos productivos (hidrólisis de bagazo/ celulosis)
 - Bioelectricidad

O desarrollo de esta tecnología va traer:

Seguridad Energética + Seguridad Alimentar



Introducción de los biocombustibles

Programas de introducción de biocombustibles Fuerzas motivadoras:

- Estratégicas: dependencia externa, matriz energética, desarrollo tecnológico
- Económicas: reducir importación de hidrocarburos, desarrollo agrícola, impactos en precios internos, impuestos y tasas, créditos de carbón, exportaciones.
- Ambientales: reducción de contaminantes, reducción de CO2, uso de energías renovables, preservación de bosques, uso sostenible del suelo y agua
- Sociales: fijación de poblaciones en el campo, generación de empleos, seguridad alimentar

Resultados diversos en diferentes países: buscar sinergias y puntos de equilibrio entre fuerzas antagónicas

Duque Dutra



El desafío de los biocombustibles

Cuestiones a responder:

- ¿Pequeña o gran escala de producción?
- ¿ Como producir de forma incluyente?
- ¿ Alimentos o energía?
- ¿ Uso obligatorio o no?
- ¿ Cual el nivel de apoyo necesario y adecuado socialmente?

Obstáculos a superar:

- Viabilidad económica incentivos al productor o al uso final
- Materias primas locales y de bajo costo
- Valoración de todos los subproductos
- Cadena eficiente y sostenible
- Inversiones necesarias
- Mantener la calidad del producto

Política Pública



Dibujo de la regulación



Característica local



Sumário

Introducción de los biocombustibles: tendencia reciente

- Técnico de los aspectos de la producción
- Del campo al vehículo: la experiencia brasileña
- La competición con la gasolina
- Costo, productividad y crisis



La ciencia del negocio

- Biocombustibles definición:
 - Productos contiendo energía química proveniente de la fotosíntesis, almacenada en biomasa, a ser liberada por la combustión. Pueden ser sólidos (leña, residuos agrícolas), líquidos (etanol, biodiesel) o gaseosos (biogás, gasificación de sólidos)
- Fotosíntesis:

$$6 H_2O + 6 CO_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$$

- Transformación de energía solar en energía química
- 1 kg azúcar → 17,6 MJ de energía solar
- Condiciones para fotosíntesis: suelo, clima, agua, dióxido de carbón y luz solar (~50% de la rad. total es eficaz en la fotosíntesis)



Comparación entre materias primas

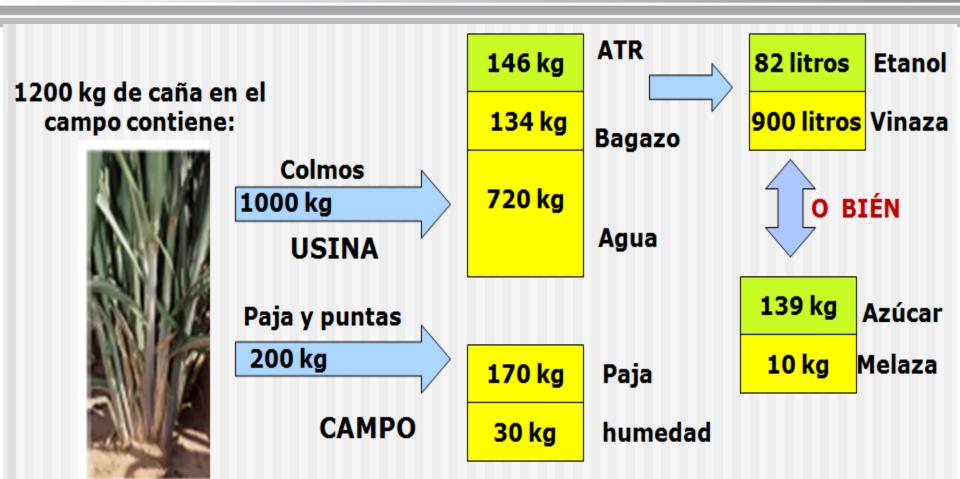
Materia prima	Relación de energía	Emisiones evitadas de CO ₂
Caña	8,0 - 9,3	80% - 89%
Maíz	0,6-2,0	-30% - 38 %
Trigo	0,97 – 1,11	19% - 47%
Remolacha	1,2 – 1,8	35% - 56%
Yuca	1,6 – 1,7	63%
Lignocelulósis *	8,3 - 8,4	66% - 73%

^{*}Estimativa – proceso en desarrollo

Fuente: Horta Nogueira, 2008



Balance de masas de la caña



Fuente: Dedini, 2004



El contenido enegético de la caña

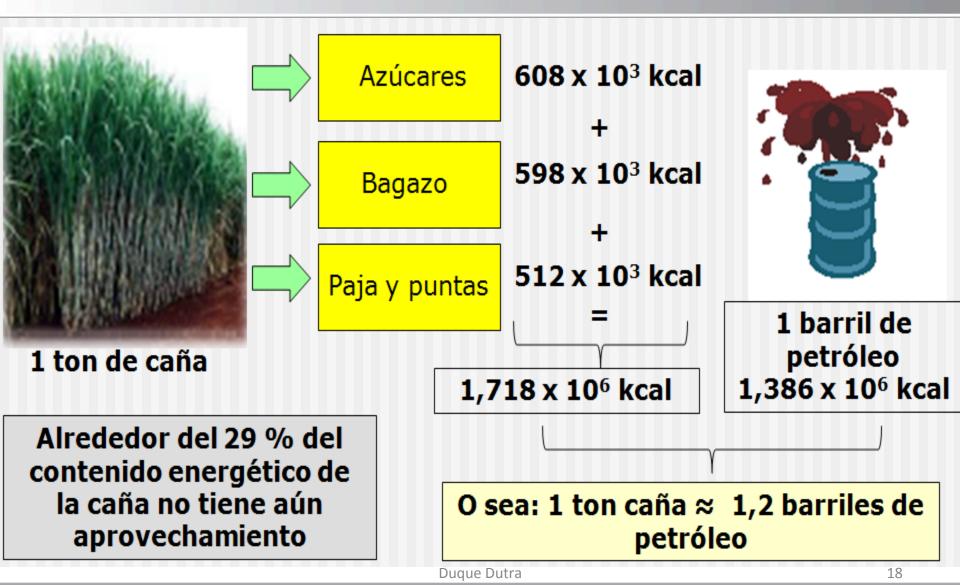
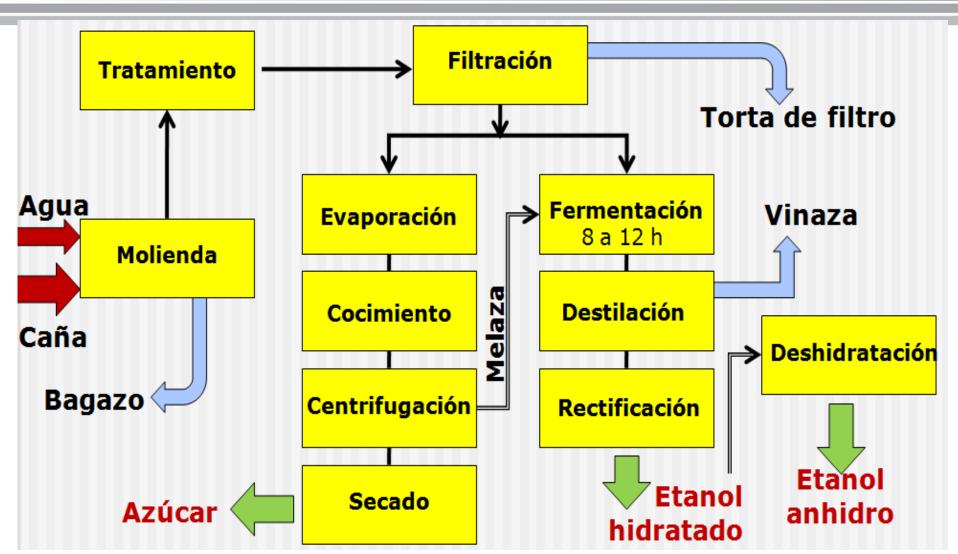




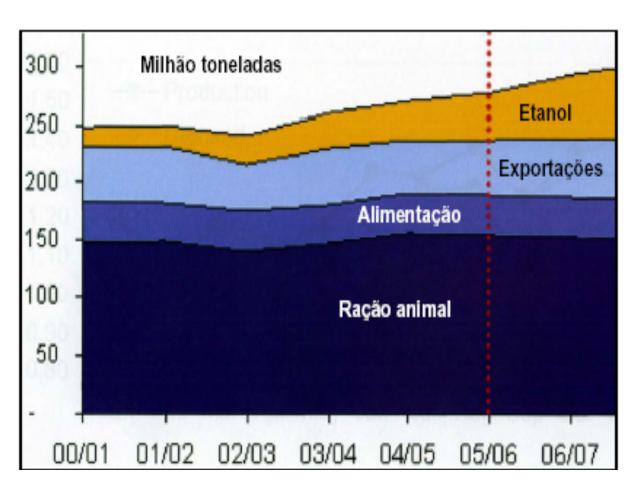
Diagrama de flujos en la producción de etanol de caña



Duque Dutra



El etanol de maíz



Destinación del maíz producido en USA Duque Dutra



Ciclo: abril a noviembre – USA

Almidón -> azúcares

Productividad: 9 t/ha o alrededor de 4000 l/ha



Otras materias primas

- Remolacha: azúcares fermentables directamente.
 - Productividad: 50 a 90 t/ha o alrededor de 7500 l/ha
 - Unión Europea
- Yuca: amilácea, similar al maíz
 - Productividad: 18 t/ha o alrededor de 3000 l/ha
 - Tailandia, China

Caña: 5,300 a

21

6,500 l/ha

- Trigo: amilácea
 - Productividad: 7,5 t/ha o alrededor de 1800 l/ha
 - Inglaterra, Alemania



Hidrólisis de residuos lignocelulósicos

- Procesos en desarrollo
- La hidrólisis de celulosis produce azúcares aptos para fermentación
- Existen aún problemas tecnológicos a ser resueltos
 - Rompimiento de los polisacáridos: procesos físicos, químicos o combinados
 - Procesos físicos: explosión por vapor o termo-hidrólisis
 - Procesos químicos: hidrólisis ácida, básica, por solventes o biológica

Desafíos: aumentar eficiencia de los procesos y reducir costos de producción ¿Cómo ir de la invención hasta la innovación?

Duque Dutra



Dos tipos de etanol

- Etanol o alcohol etílico
 - definición: "sustancia pura", moléculas C₂H₅OH + agua + impurezas del proceso de producción.
- Dos tipos de etanol combustible:
 - Etanol anhidro usado para mezclarse con gasolina; bajo contenido de agua (0,4% máx.); producido a partir del etanol hidratado, posee producción mas costosa (eliminación de agua por solventes o por tamices moleculares)
 - Etanol hidratado usado como combustible puro, sin mezcla; contenido de agua alrededor del 7% en masa; producido por destilación.



and Eletanoly los motores Otto

Parámetro	Unidad	Gasolina	Etanol
Calor de combustión	kJ/kg	43.500	28.225
Tonalidad energía	kJ/l <	32.180	22.350
Densidad	kg/l	0,72-0,78	0,792
Octanage RON		90-100	102-130
Octanage MON		80-92	89-96
calor de vaporización	kJ/kg	330-400	842-930
relación aire combustible esteq.		14,5	9,0
Presión de vapor	kPa	40-65	15-17
Temp. de ignición	°C	220	420
solubilidad em agua	%v/v	~ 0	100
	Duque Dutra		24



Etanol: combustible vehicular

- Viable en motores de encendido por chispa, sustituye la gasolina total o parcialmente.
- Mezclas etanol/gasolina alcohol anhidro "gasohol".
 Brasil: 20 a 25%. USA: 5 a 10%
- Etanol puro (hidratado): motores adecuados a su empleo (optimizados para el etanol)
- Motores "flex-fuel" en Brasil: aceptan cualquier mezcla entre el gasohol y el alcohol hidratado
- Motores "flex" en USA: de gasolina pura hasta 85% de alcohol anhidro.
- Hasta el 10% de etanol anhidro en la gasolina: sin alteraciones en el motor.

Duque Dutra



Alteraciones necesarias

Etanol en la gasolina	≤ 5%	≤10%	≤25%	≤85%	≥85%	Ventaja principal	
Carburador						en la competición	
inyección de combustible						con la gasolina	
pompa de combustible						en venda y	
filtro combustible						la compra	
sistema ignición						pocas	
tanque combustible						diferencias en	
catalizador						los motores y la	
motor básico						infraestructura	
aceite del motor						generan	
colector admisión aire						costes	
sistema de escape						indirectos	
partencia en frio						reducidos ₂₆	



Ventajas y desventajas del empleo del alcohol

Recurso renovable

- Ventajas
- Oxigenado: reduce emisiones de CO, C_xH_v y partículas
- Octanaje elevada eliminación del plomo
- Mejor desempeño del motor optimización
- Mayor eficiencia energética octanaje
- Menores emisiones de CO₂ ciclo de vida
- Actividad agroindustrial

Desventajas

27

- Mayor consumo en km/litro (menor contenido energético)
- Compatibilidad con algunos materiales (algunos tipos de caucho y ligas de aluminio)
- Partencia del motor en frio
- Separación de fases (agua en el etanol)



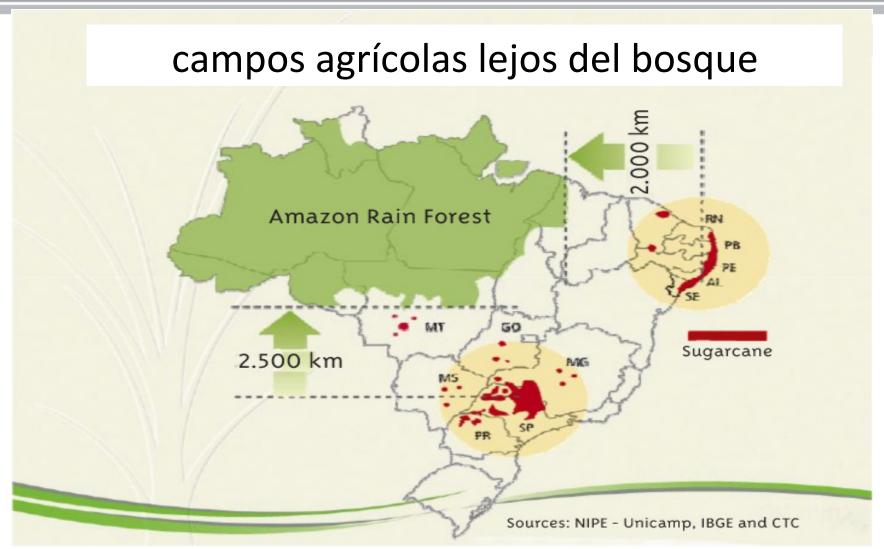
Sumário

- Introducción de los biocombustibles: tendencia reciente
- Técnico de los aspectos de la producción
- Del campo al vehículo: la experiencia brasileña
- La competición con la gasolina
- Costo, productividad y crisis

Duque Dutra



La producción del etanol











Duque Dutra



Porcentaje promedia de etanol en la gasolina

El papel del estado es básico



Fuente: Horta Nogueira, 2008 – datos de MME – Gobierno brasileño

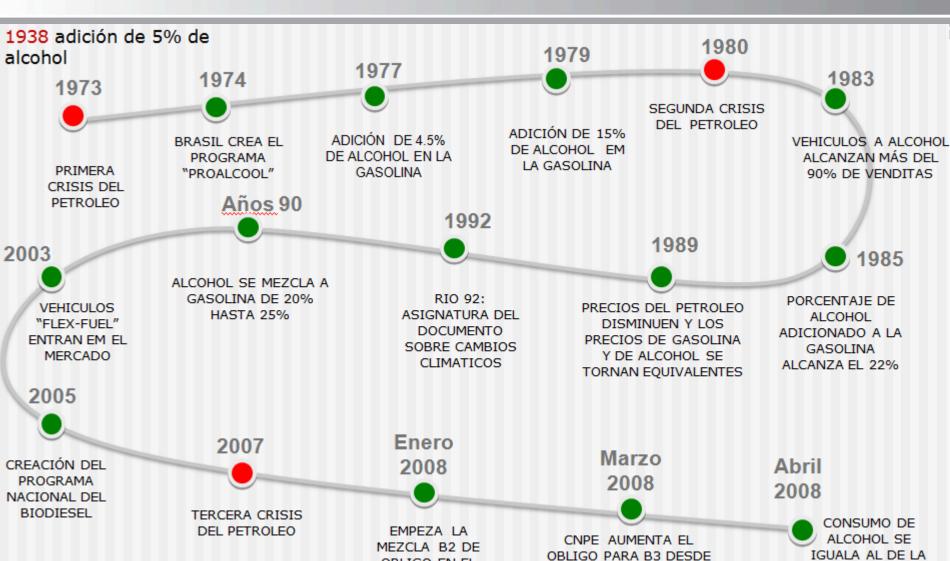
Duque Dutra



El caso del Brasil

EL JULIO DE 2008

GASOLINA PURA



OBLIGO EN EL

DIESEL



La revolución electrónica

1º vehículo "flexfuel" en el mercado de Brasil, inyección electrónica- marzo de 2003



Fuente: VW Brasil, 2003

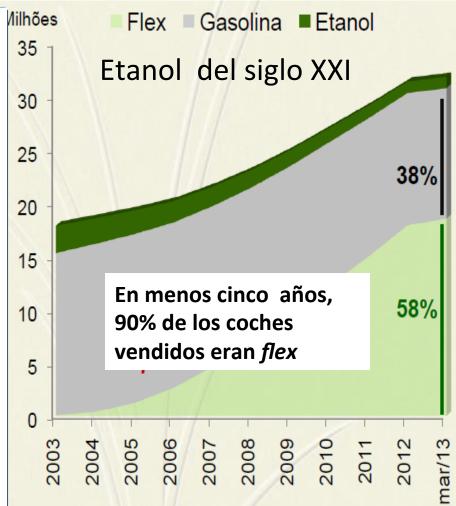
El coche deseado más del Brasil

33



Producción de vehículos a alcohol en Brasil







La logística y la distribución

- La producción de etanol debe acompañar el ciclo de la caña. En Brasil, el ciclo de la caña es de abril a noviembre en el Centro-Sur, y de agosto a abril en el Nordeste.
- Es necesario, entonces, trabajar con estoques de etanol para atender a la demanda anual, en los períodos en que no hay producción, o en que la producción es pequeña frente a la demanda. De forma sencilla:



El estoque debe crecer durante la zafra, de manera a atender la demanda en el período fuera de zafra.

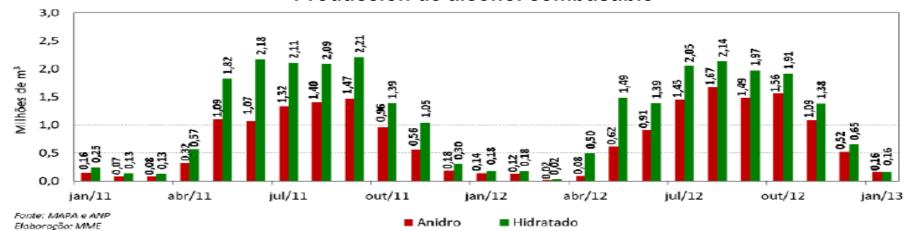
-demanda —estoque



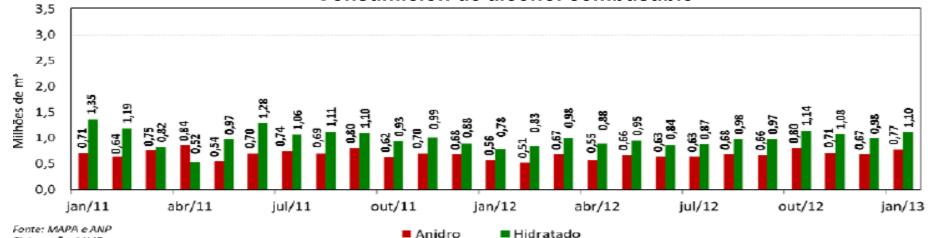
Elaboração: MME

Ofrece y demanda del etanol

Producción de alcohol combustible



Consumición de alcohol combustíble





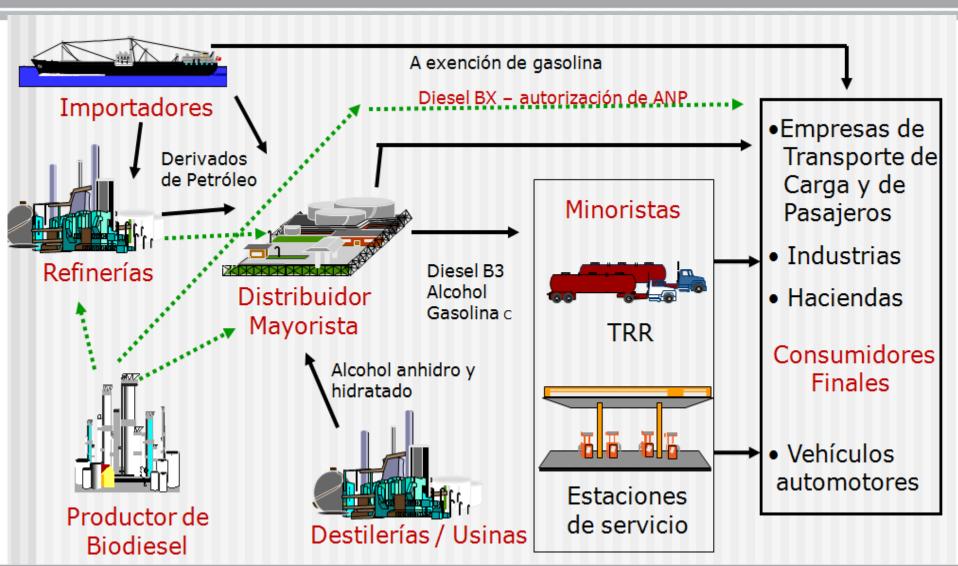
Los centros colectores



Duque Dutra 37



Modelo de abastecimiento





La regulación por ANP

No regulado por ANP

Regulado por ANP

Solo los mayoristas pueden hacer la mezcla de etanol y gasolina

E100 o

Caña

Cadena
agroindustrial

Productor de etanol



Destilerías

Distribuidora Mayorista



GASOHOL



Gasolina pura



Refinería



Estación de servicios





Consumidor

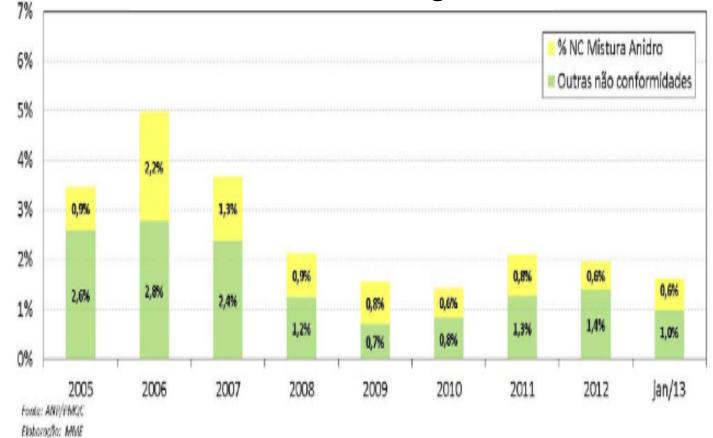


La regulación de la calidad gasolina

Proceso de competición adversa:

En 1999, 1/5 da gasolina vendida en São Paulo era adulterada

No conformidad de la gasolina





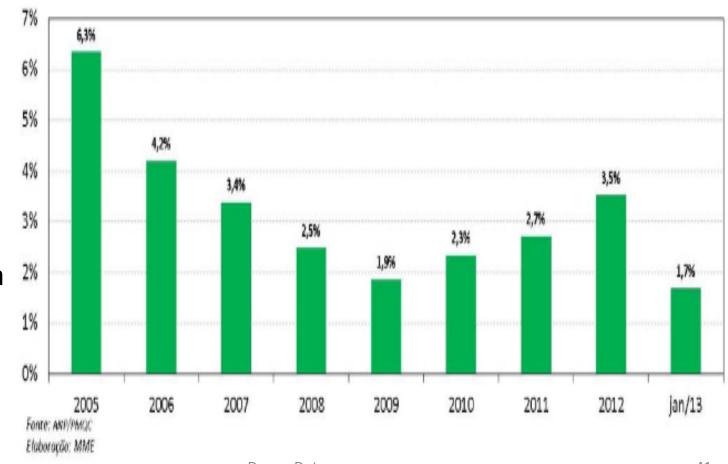
La regulación de la calidad gasolina

No conformidad de alcohol hidratado

Proceso de competición adversa:

Alcohol mojado

Em 1999, era tres veces más grande





Sumário

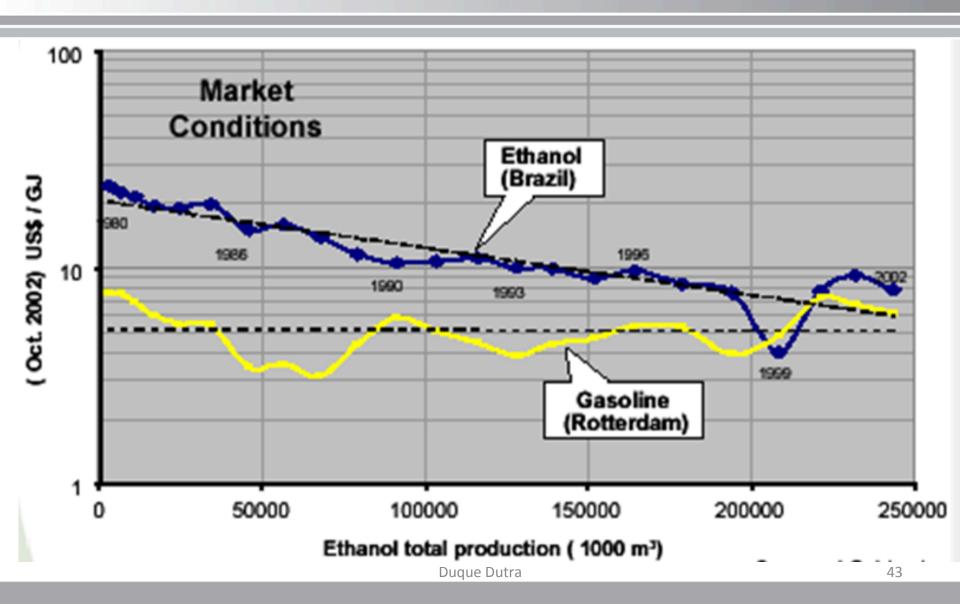
- Introducción de los biocombustibles: tendencia reciente
- Técnico de los aspectos de la producción
- Del campo al vehículo: la experiencia brasileña
- La competición con la gasolina
- Costo, productividad y crisis

Duque Dutra

42



Etanol: curva de aprendizaje



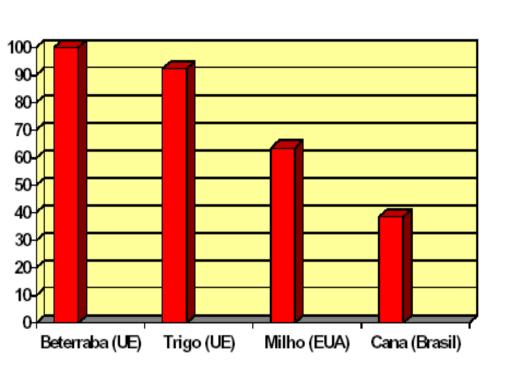


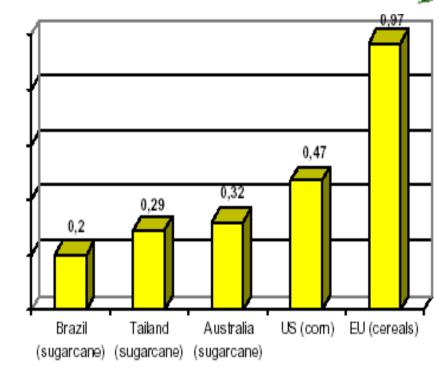
Costos relativos del etanol

Costes relativos según la materia prima



¿Por qué la caña?





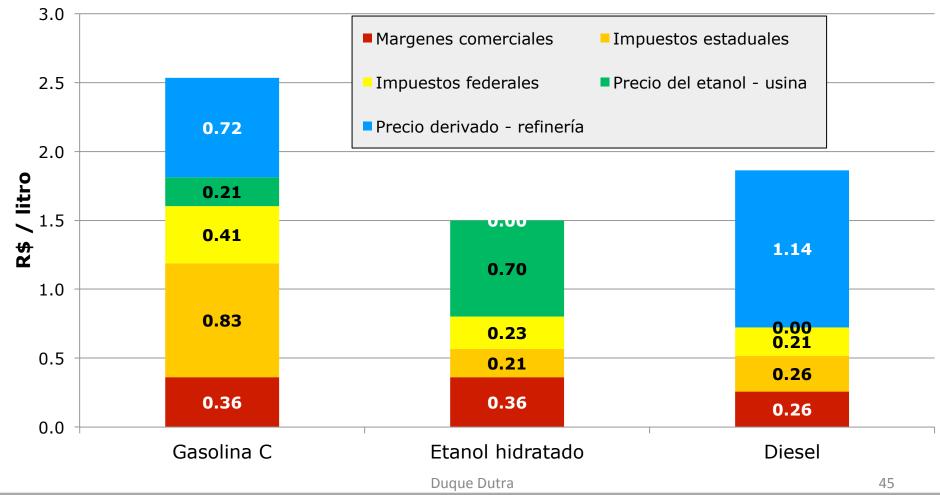
Fonte: UNICA

Comparação dos custos de produção de etanol (US\$ por litro) Szwarc, A. (Salomão, 2005)



Estructura de precios al consumidor





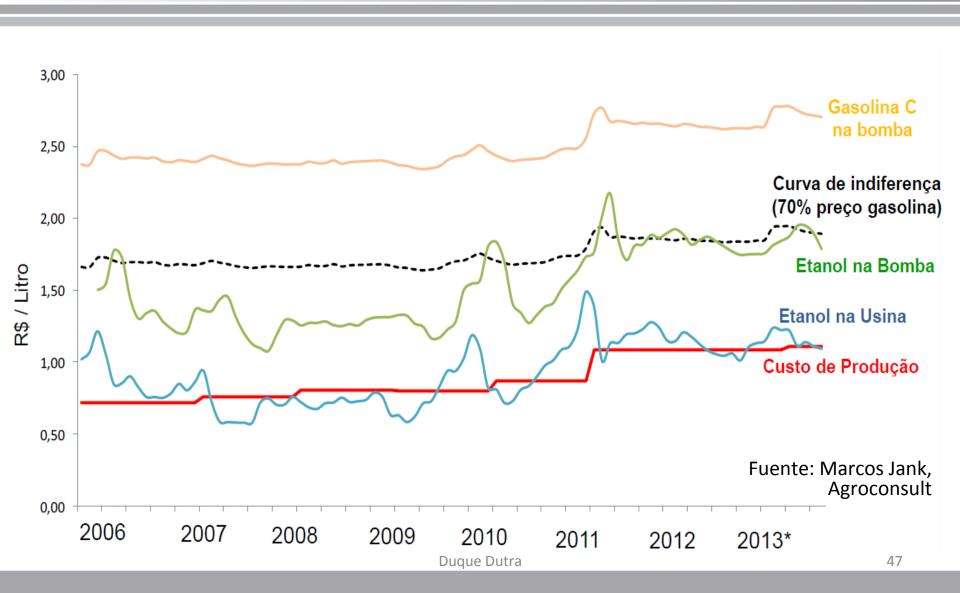


Factores que afectan los precios del etanol:

- Costos de producción
 - Costos de materias primas (caña, maíz, remolacha)
 - Costos de energía (residuos combustibles, derivados de petróleo, carbón, gas natural y electricidad empleados)
- Precios del petróleo y de la gasolina como actúan
 - El menor rendimiento (en km/l) del etanol debe se reflejar en precios menores que los de la gasolina
 - Para flota de vehículos "flex", esto es esencial
- Precios del azúcar como actúan:
 - El productor de azúcar y alcohol puede variar la cantidad relativa entre los dos productos.
 - Precio de indiferencia para el productor en Brasil:

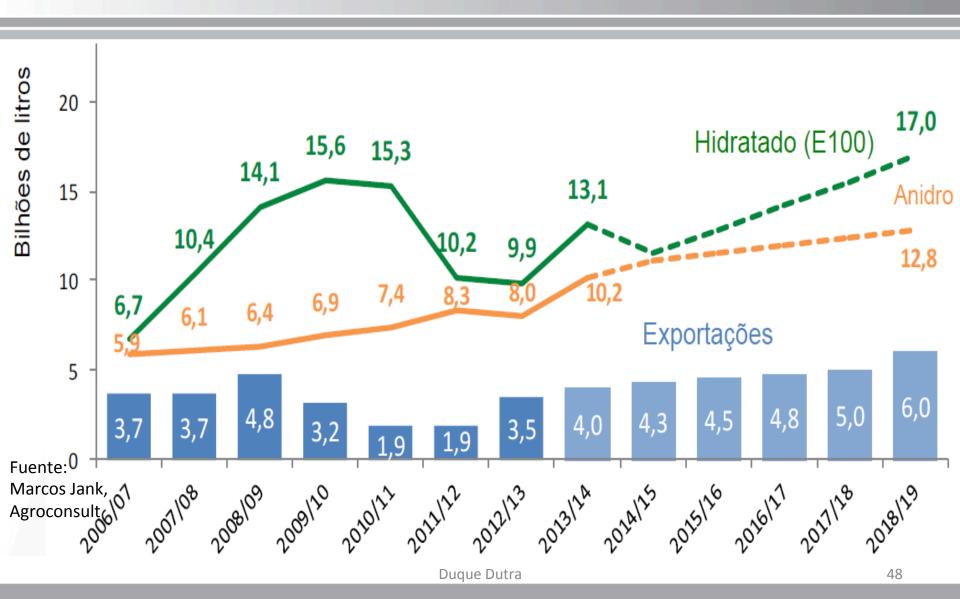


Costos y precios del etanol



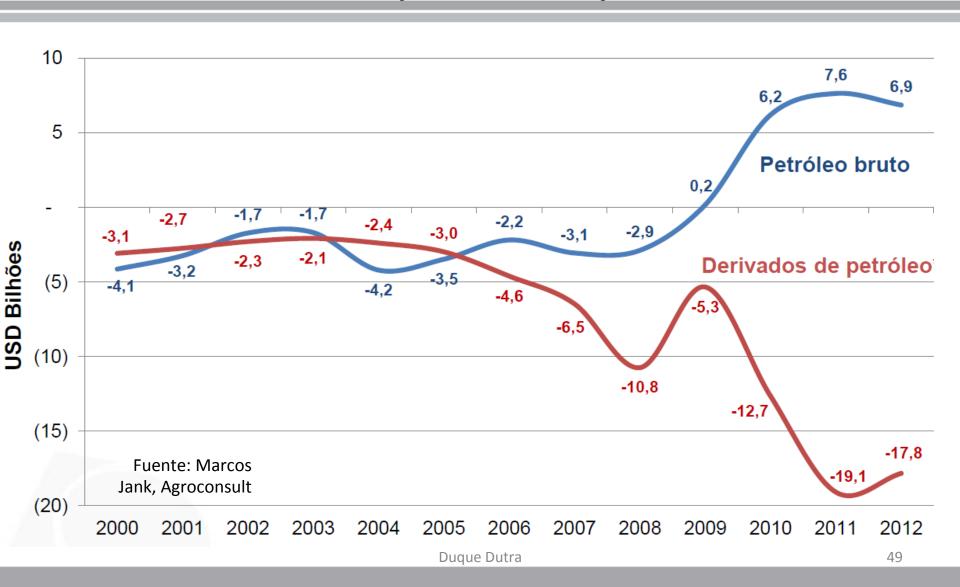


Vendas y exportaciones



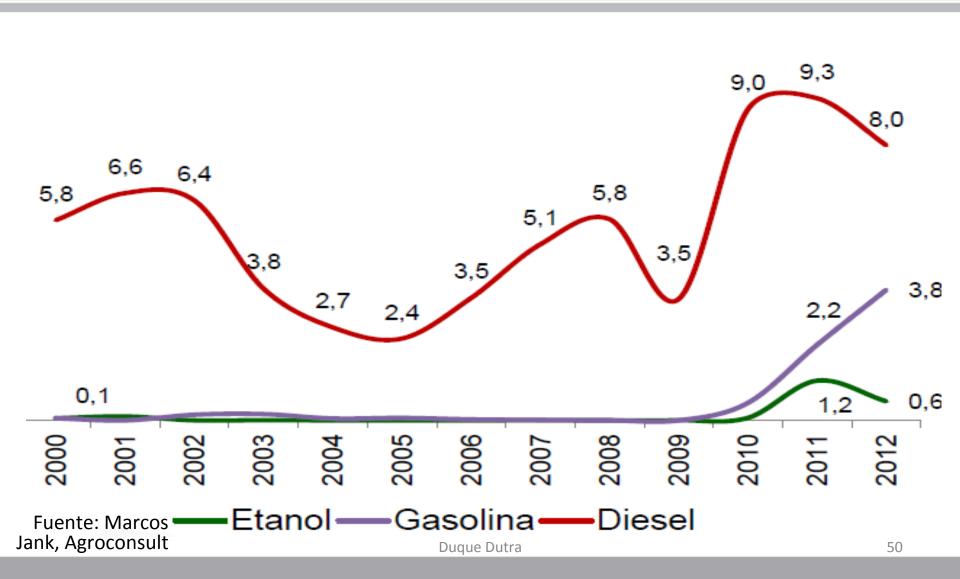


Balanza comercial: petróleo y derivados



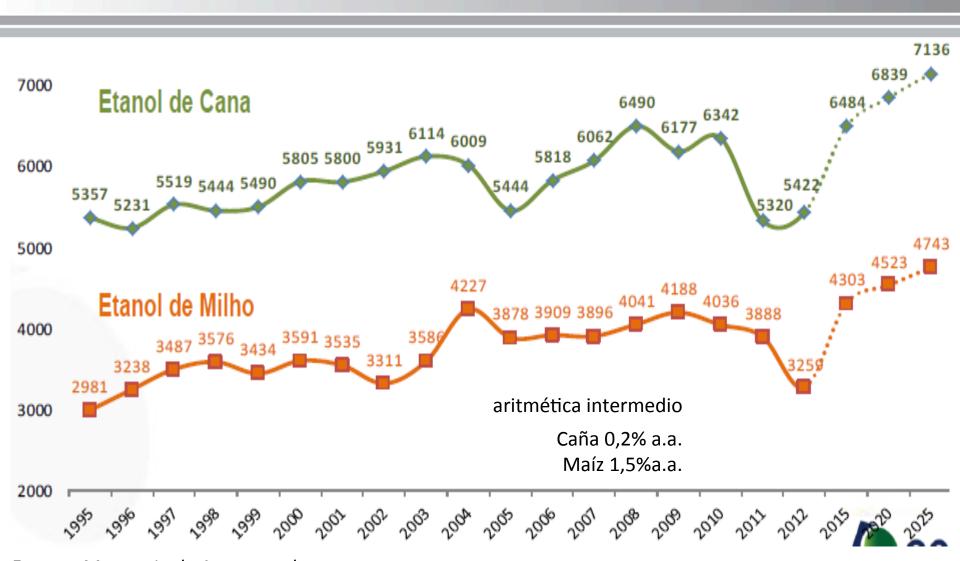


Importación de derivados



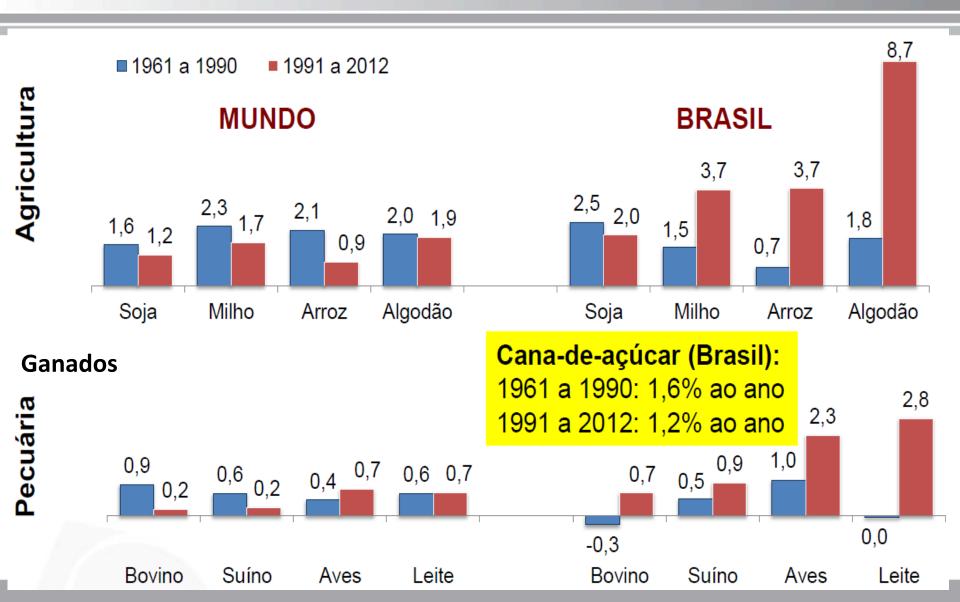


Productividad: maíz x caña



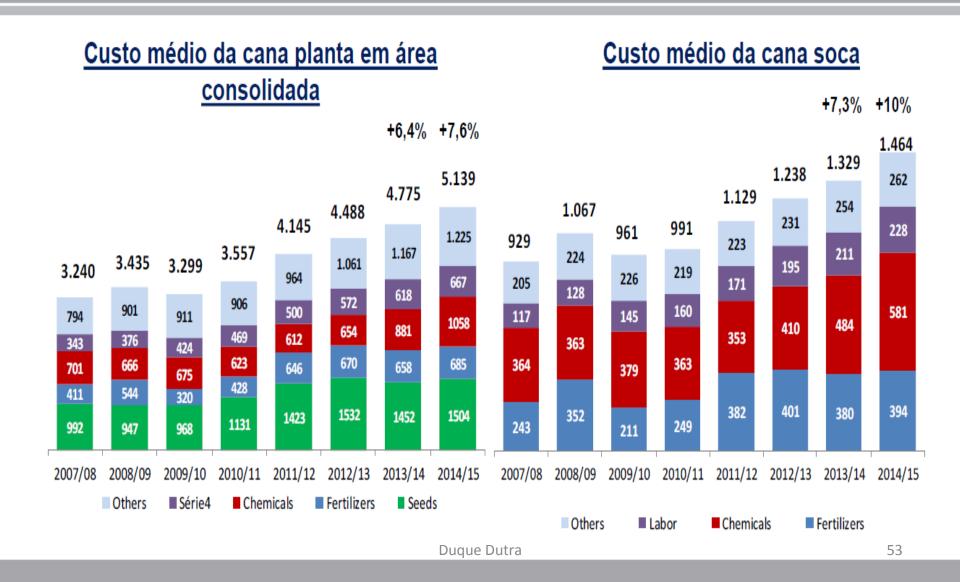


Productividad en el campo





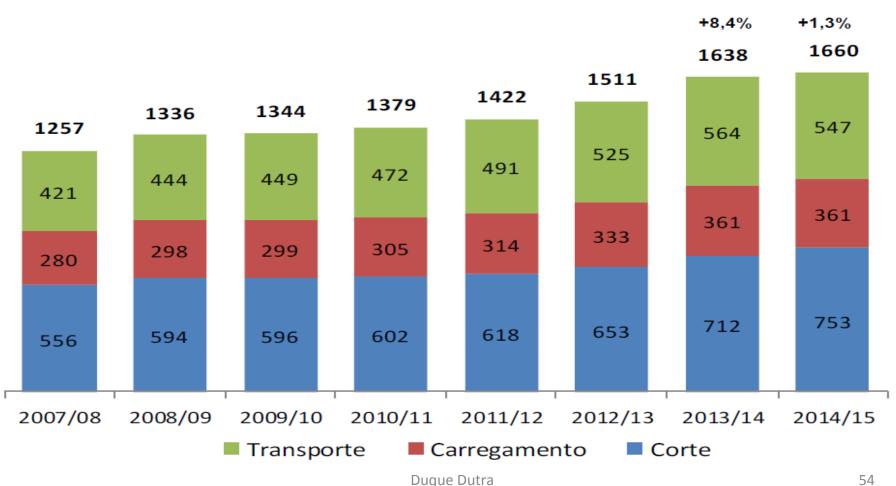
Aumento de costos en la plantación





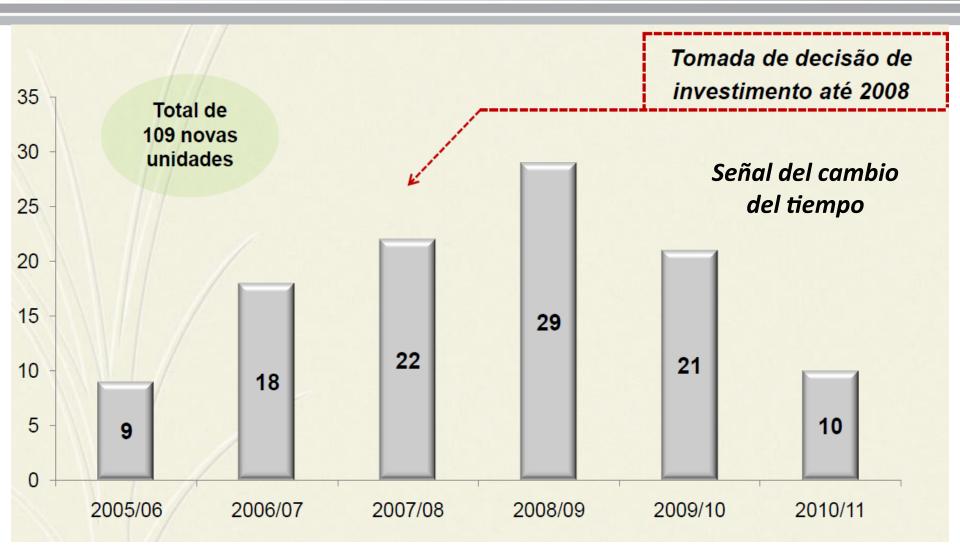
Aumento de costos en la cosecha

Custo médio do CCT 100% Mecanizado





La onda de inversiones



Duque Dutra

55



Sumário

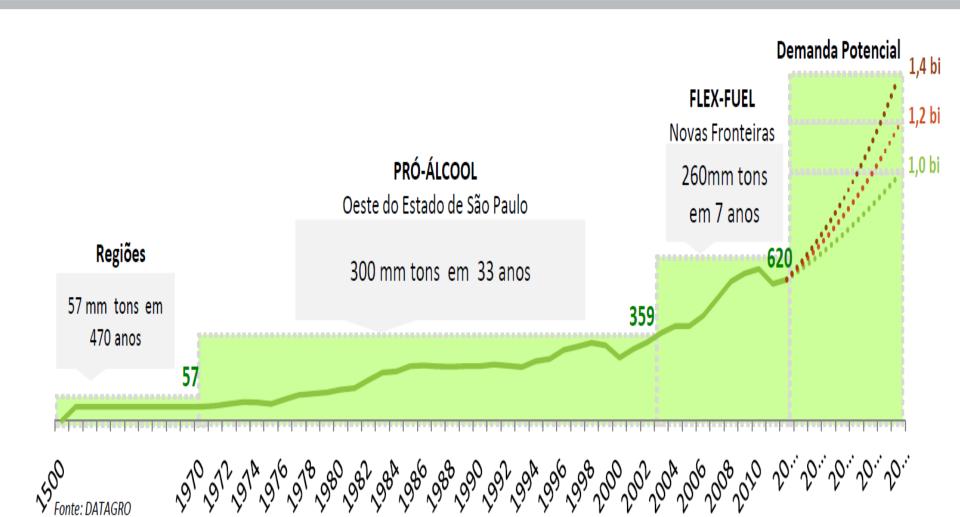
- Introducción de los biocombustibles: tendencia reciente
- Técnico de los aspectos de la producción
- Del campo al vehículo: la experiencia brasileña
- La competición con la gasolina
- Costo, productividad y crisis

Duque Dutra

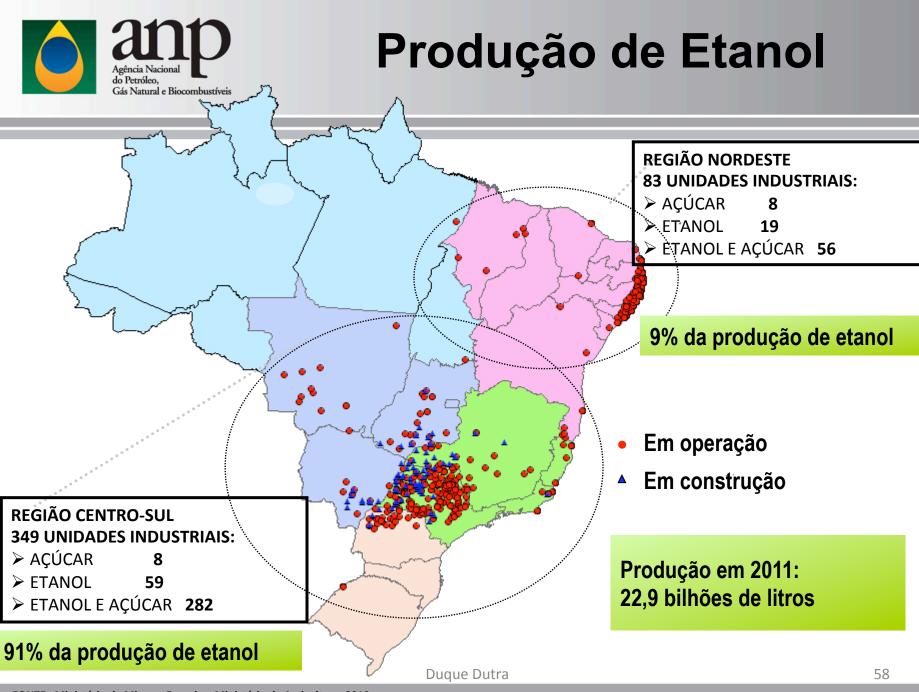
56



Un nuevo salto

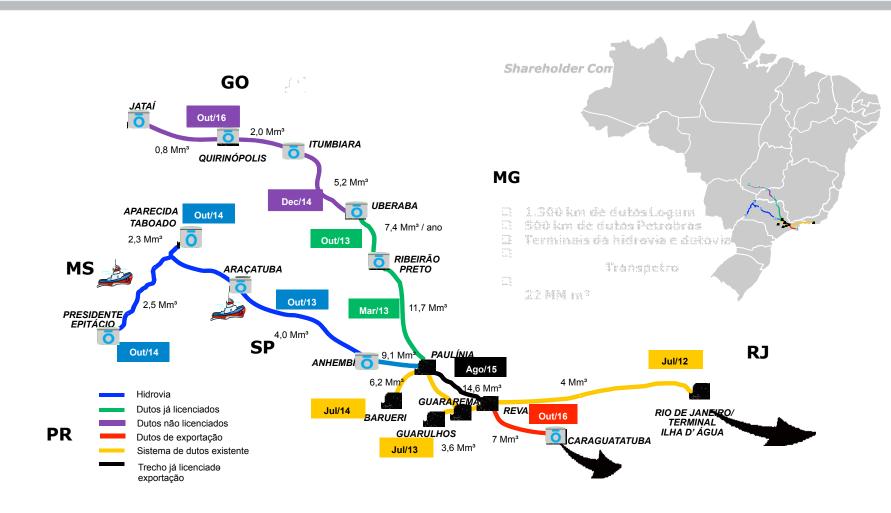


Duque Dutra 57





Infra-Estrutura dedicada para a Distribuição de Etanol





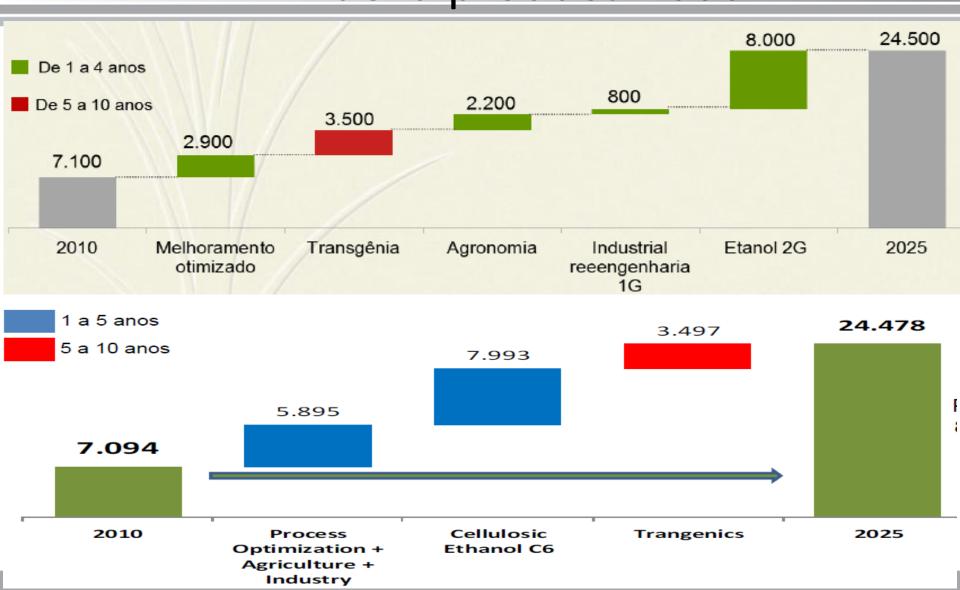
Sistema de Logística de Etanol GO – MG – SP



24" 208 km 215 km 85 km 132 km Paulínia (SP) 136 km São José (SP) 246 km 135 km Anhembi (SP) 192 km Uberaba (MG) a São José dos Campos a a Paulínia (SP); Quirinópolis (GO) a Paulínia (SP) Jataí (GO) a Ribeirão Preto dos Campos; Caraguatatuba a Uberaba a Quirinópolis (SP); na monobóia. Duque Dutra 60



Potencial de los beneficios de la productividad





Destino da cana-de-açúcar

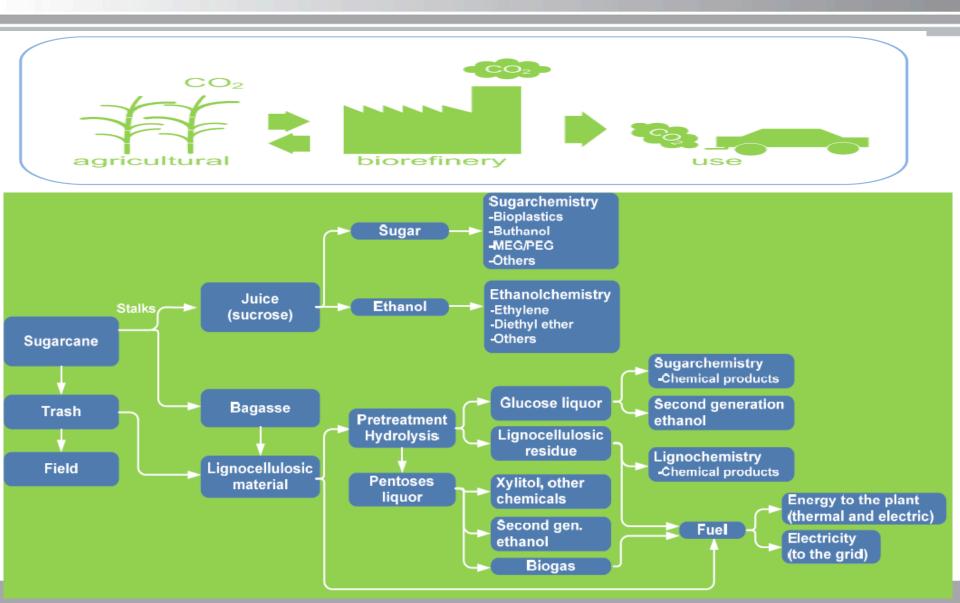
Destino da produção nacional, colheita 2012/2013 por faturamento

Destino	Percentagem
Consumo de álcool comb	35%
Exportação de álcool	7%
Consumo de açúcar	15%
Exportação de açúcar	38%
Geração eletricidade	3%
Outros usos	2%

Fonte: FAO

Duque Dutra 62







OBRIGADO

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis A N P

Av. Rio Branco, 65 – Centro – Rio de Janeiro – Brasil

12° ao 22° andar

Telefone: +55 (21) 2112-8100

www.anp.gov.br













Sistema de Logística de Etanol GO – MG – SP

- O Sistema de Logística de Etanol GO MG SP consistirá numa rede de dutos com cerca de 1.800 km de extensão para o transporte exclusivo de etanol
- 16 Terminais com capacidade de armazenamento de 1.175 m³
- Capacidade (para exportações): 12 milhões de m³/ano
- Investimentos Totais: US\$ 4.16 bilhões
 - ✓ Início das Construções: Nov/10
 - ✓ Conclusão das obras: Out/16





Abr/15

Out/12

Mar/13

Out/13 utra

Out/16

Dez/14

Out/16

Out/16