

Proceso de Producción de Etanol Anhidro.



ING. JOSE P. NUÑEZ

Mayo 2007

Proceso de Producción de Etanol Anhidro.

Para la obtención de etanol anhidro se requiere de un proceso muy largo, desde que la semilla de la caña germina hasta que el etanol anhidro se comercializa. A continuación se describe detalladamente el proceso de fabricación de etanol anhidro.

Labores de Campo y Cosecha.

El proceso productivo se inicia con la preparación del terreno, etapa previa a la siembra de la caña. Una vez la planta madura a los 14 meses, las personas encargadas del área de cosecha se dispone a cortarla, y recogerla a través de alce mecánico y llevarla en equipo de transporte adecuado hasta el patio de caña de la destilería.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro.

Recepción de la Caña.

La caña que llega del campo se muestrea para determinar el contenido de materia extraña, se pesa en las básculas y se conduce al patio de la caña en donde es molida previo el descargue directo a las mesas para caña con el sistema de grúa hilo. Una vez se descarga a éstas, se envía a través de conductores de tablillas metálicos hacia los picadores de caña.

Preparación de Caña.

La caña antes de ingresar al molino pasa por un picador preparador de caña y por el desfibrador tipo martillo y luego por el espaciador de caña desfibrada para facilitar el trabajo del separador (electroimán), con el objeto de prepararla adecuadamente para la etapa siguiente ó de extracción de jugo en los molinos.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

Molienda.

La caña preparada llega a un conjunto de 4 molinos, compuesto de cuatro mazas y con su respectivo rodillo alimentador. Cada molino tiene un conductor intermedio de tipo Donelly, con el objetivo de buscar grados de libertad en caso de fallas que se presenten en alguno de los molinos, por un lado y por el otro para buscar una alimentación al molino más uniforme y mejorar extracción.

Los molinos son movidos por turbinas de vapor. Se utiliza el sistema de imbibición compuesta utilizando en el último molino agua caliente.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

El bagazo que sale de la última unidad de molienda ó 4to. Molino, se conduce a las calderas para generación de vapor y el sobrante se dispone a la bagacera mediante un sistema de recirculación que permita no sólo alimentar la caldera sino manejar los sobrantes de una manera práctica.

El vapor se produce a 300 psig y 580° F., el cual pasa directamente a al turbogenerador, en donde se autoabastece la destilería de energía eléctrica. El vapor de escape del turbogenerador pasa directamente al pre-evaporador en donde se inicia la evaporación del agua del jugo, tal como se indica más adelante.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

Pesaje de Jugo.

El jugo diluido se pasa por los coladores estáticos tipo DSM ó en movimiento tipo Tromel cuyo objeto es el de retirar partículas de bagacillo, para posteriormente pasarlo a una báscula electrónica y automática, montada sobre celdas de carga, en donde se registra el peso del jugo y de esta forma se inicia el control de la destilería en lo que a Azucares Reductores Totales (ART) se refiere.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

Clarificación.

El jugo obtenido en la molienda, que es de carácter ácido se trata con lechada de cal entre 4 y 5 grados Baumé, previo al calentamiento a 212° F. y la preparación de lechada de cal en una estación separada.

El jugo así clarificado pasa al pre-evaporador y los productos de la sedimentación ó lodos se procesan en un filtro al vacío para entregar una cachaza muy agotada en lo que a sacarosa se refiere.

El jugo filtrado se retorna al proceso de encalado y la cachaza que se mezcla con la ceniza de la caldera y la vinaza de la destilería, se usa como aditivo en los campos.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

Evaporación.

El jugo clarificado es concentrado en el pre-evaporador hasta 22° brix, constituyendo el mosto que será enviado para la destilería.

Fermentación.

La materia prima para la producción del etanol anhidro será el jugo clarificado concentrado a 22° brix.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

Levadura

La fabricación de etanol por la vía fermentativa o biológica, es realizada por microorganismos a través de un proceso Bioquímico Fermentativo, que transforma la materia prima (substrato azucarado) en etanol y CO₂, siendo los agentes de esta fermentación algunas especies de levadura industrial del género *Saccharomyces*.



Proceso de Producción de Etanol Anhidro

Además de la levadura, podemos dividir los insumos del proceso de fermentación en:

- Nutrientes – sales minerales y vitaminas;
- Auxiliares – ácido sulfúrico, antisépticos, antiespumantes – siendo su consumo función de la materia prima, del proceso de preparación del mosto y del tipo de trabajo empleado en la fermentación.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

Preparación del Mosto.

El mosto es una solución de azúcar cuya concentración es ajustada de forma que facilite la fermentación. La concentración del mosto es definida en función de la producción pretendida y de la capacidad de fermentación de la levadura.

Preparación del Fermento.

La levadura recuperada, antes de retornar al proceso fermentativo, recibe un tratamiento severo, que consiste en dilución con agua y adición de ácido sulfúrico hasta, normalmente, $\text{pH} = 2.5$, o más bajo ($\text{pH} = 2.0$) en el caso de haber infección bacteriana.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

Esta suspensión de fermento diluido y acidificado, conocida en la práctica como **Pie de Cuba (Pre-Fermento)**, permanece en agitación por 1 o 3 horas, antes de retornar a los fermentadores.

Fermentación Propiamente Dicha.

Se puede definir la fermentación como un proceso en el que se producen cambios químicos en una sustancia orgánica mediante la acción de catalíticos bioquímicos llamados enzimas que elaboran tipos específicos de microorganismos vivientes.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

Es en esta fase que los azúcares son transformados en etanol. Las reacciones ocurren en tanques, denominados Tanques de Fermentación, donde se mezclan el Mosto y el Pie de Cuba (Pre-Fermento) en una proporción 2:1, respectivamente.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

- Durante la formación del etanol por fermentación, se generan aproximadamente 287 kilocalorías de calor por kilogramo de etanol producido con la aplicación del sistema Melle-Boinot.
- Período de fermentación de 4 a 12 horas
- Para mantener baja la temperatura (32° C), es preciso realizar el enfriamiento del vino: circulando agua ya sea por serpentines internos o bombeando el mosto a través de intercambiadores externos de calor.
- El mosto fermentado (o 'vino') contiene entre 7-10 por ciento de alcohol por volumen junto con algunos productos secundarios, tales como: alcoholes superiores, glicerol, ácidos y aldehídos.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

Este proceso de fermentación es realizado de forma continua en tanques cerrados; donde se procede al lavado de los gases de salida en una Torre de Relleno para recuperación del alcohol evaporado, por absorción en agua, la cual retorna al proceso, para ser utilizada en la preparación del Pre-Fermento.

Centrifugación del Vino.

- Después de la fermentación, el vino es enviado a las centrífugas para la recuperación del fermento.
- El concentrado del fermento recuperado, denominado Lechada de Levadura, retorna a los tanques de Pre-Fermento para su tratamiento.
- La fase leve de la centrifugación o Vino Deslevadurado, es enviada para la Columna de Destilación.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

Destilación.

- La destilación se lleva a cabo en Columnas de Destilación que contienen dispositivos conocidos como bandejas. Tradicionalmente, las bandejas estaban equipadas con doble tapa que promovía el contacto entre las fases de líquido y gaseoso en la columna.
- El etanol y el agua forman una mezcla binaria con un punto de ebullición constante, en una composición de alrededor de 96.5 por ciento por peso. Esta mezcla hierve a 0.2° C por debajo de la temperatura de ebullición del etanol puro, y por ende puede ser liberada del agua sólo hasta esa concentración por medio de destilación tradicional. Si se requiere una concentración más alta, se necesita deshidratación

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

Deshidratación del Etanol por Tamiz Molecular.

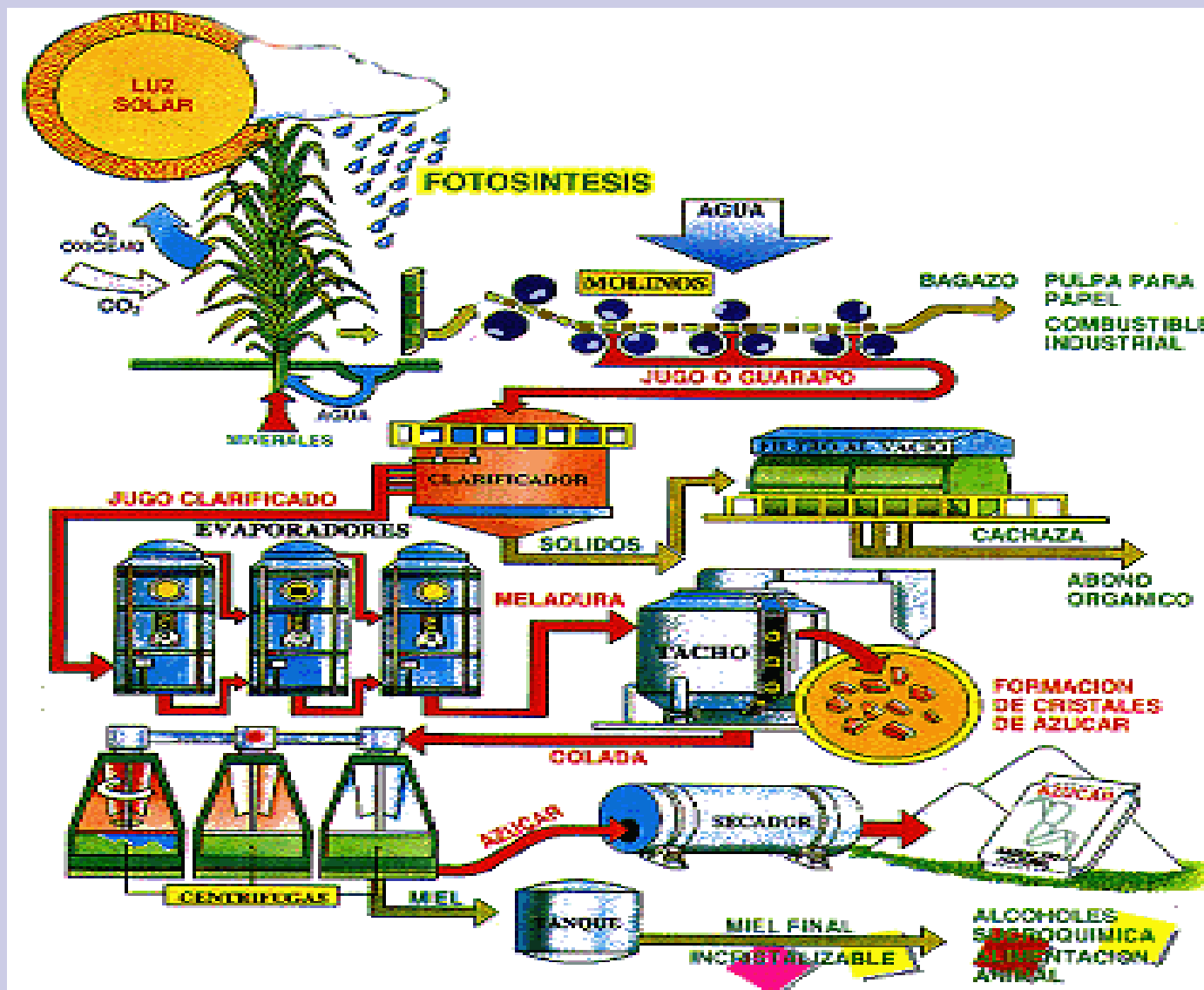
- El alcohol hidratado, pasa primero por un calentador de alcohol y luego por un evaporador para lo cual se utiliza vapor a media presión. El alcohol evaporado y en fase vapor, pasa a través de los propios tamices moleculares en los cuales se retiene la fracción de agua. El alcohol deshidratado con una concentración de 99.5% sale por el pie, y después de ser condensado y enfriado, es enviado a los tanques de almacenamiento.

Proceso de Producción de Etanol Anhidro

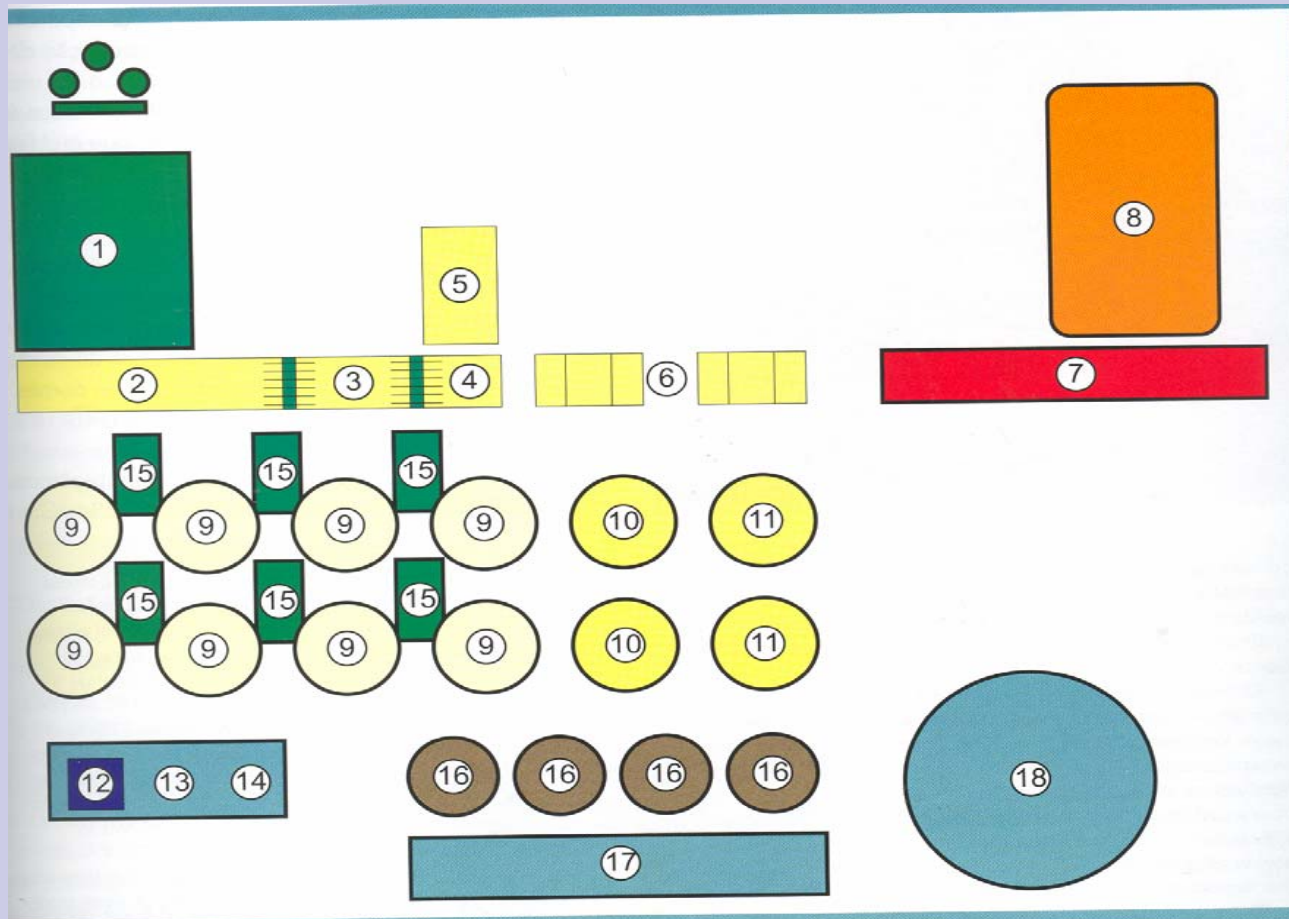
Deshidratación del Etanol por Tamiz Molecular

Hay tres tamices en paralelo que operan de forma alterna, cuando uno está regenerando, los otros dos están deshidratando. La regeneración se efectúa para eliminar el agua retenida, y se realiza por medio de una fracción del vapor alcohólico deshidratado que se está obteniendo en los otros dos tamices, operando el reactor en este caso al vacío. A este sistema se le conoce con el nombre de PSA (Pressure Swing Adsorption). El agua es arrastrada con el alcohol durante la regeneración, este alcohol se recupera en una columna de Regeneración. El alcohol recuperado se reúne con el alcohol hidratado en el tanque de recepción de alcohol hidratado, y el agua sale por el pie de la columna como agua servida.

Proceso de Producción de Azúcar

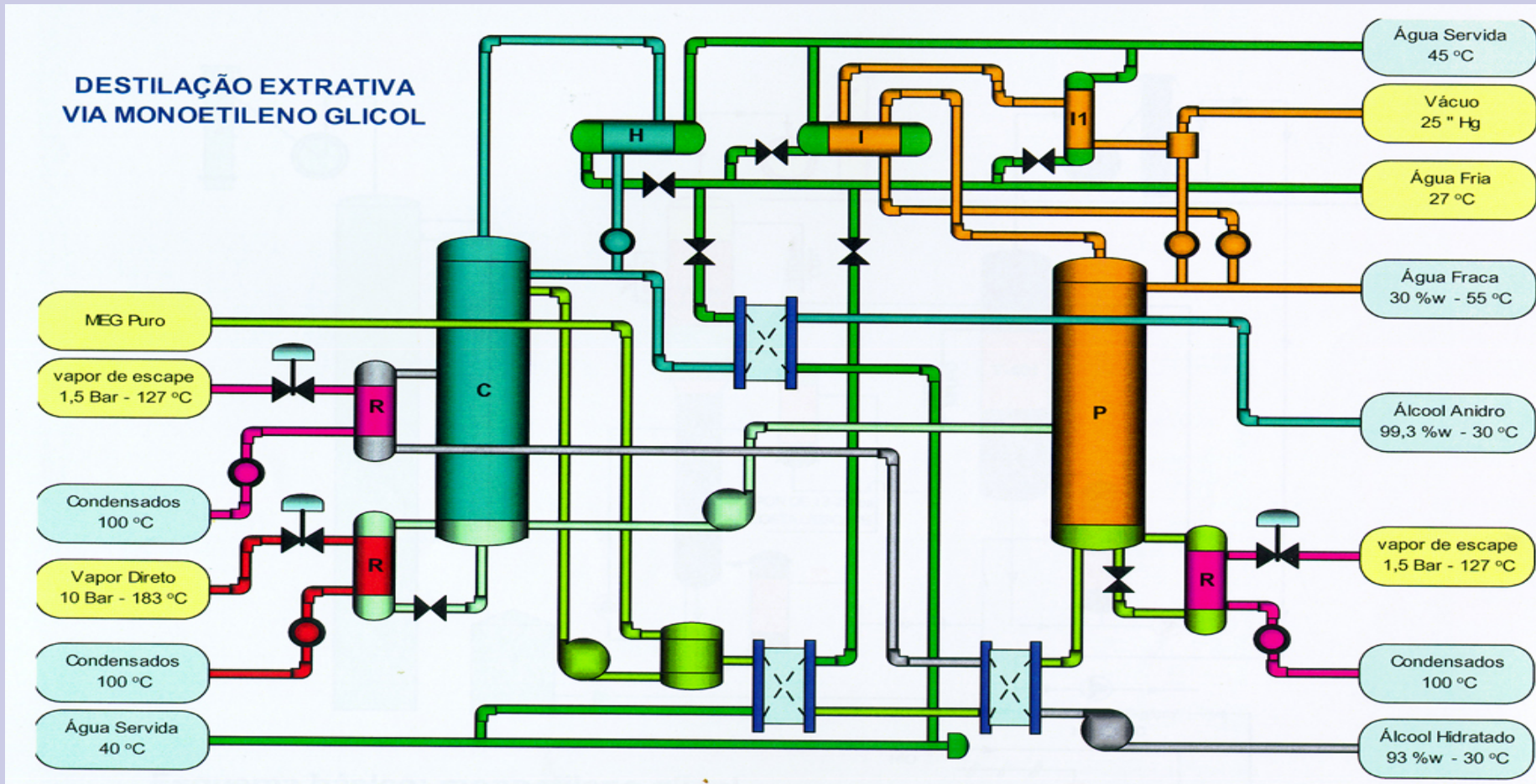


Proceso de Producción de Etanol Anhidro

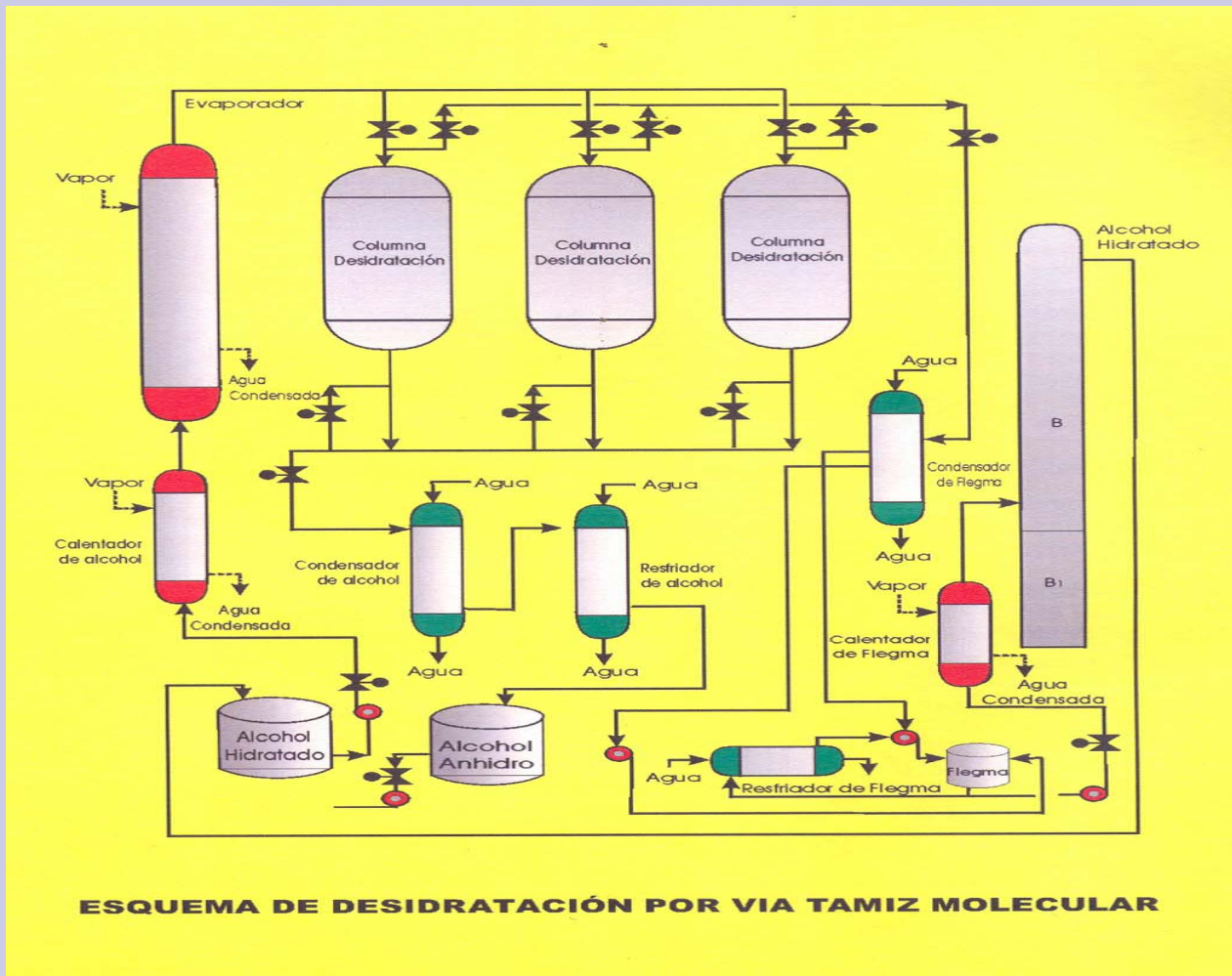


- 1. Recepción de la Caña - 2. Estera de Caña - 3. Picador - 4. Desfibrador
- 5. Colador de Jugo - 6. Molinos - 7. Estera de Bagazo - 8. Caldera
- 9. Tanques de Fermentación - 10. Sedimentadores - 11. Dornas Volante
- 12. Alambiques (Opcional) - 13. Columnas de Aguardientes
- 14. Columna de Alcohol - 15. Columna de Alcohol
- 16. Intercambiadores de Calor - 17. Tanque de Producción
- 18. Tanque de Almacenamiento

Deshidratação de Etanol Hidratado



Deshidratación de Etanol Hidratado

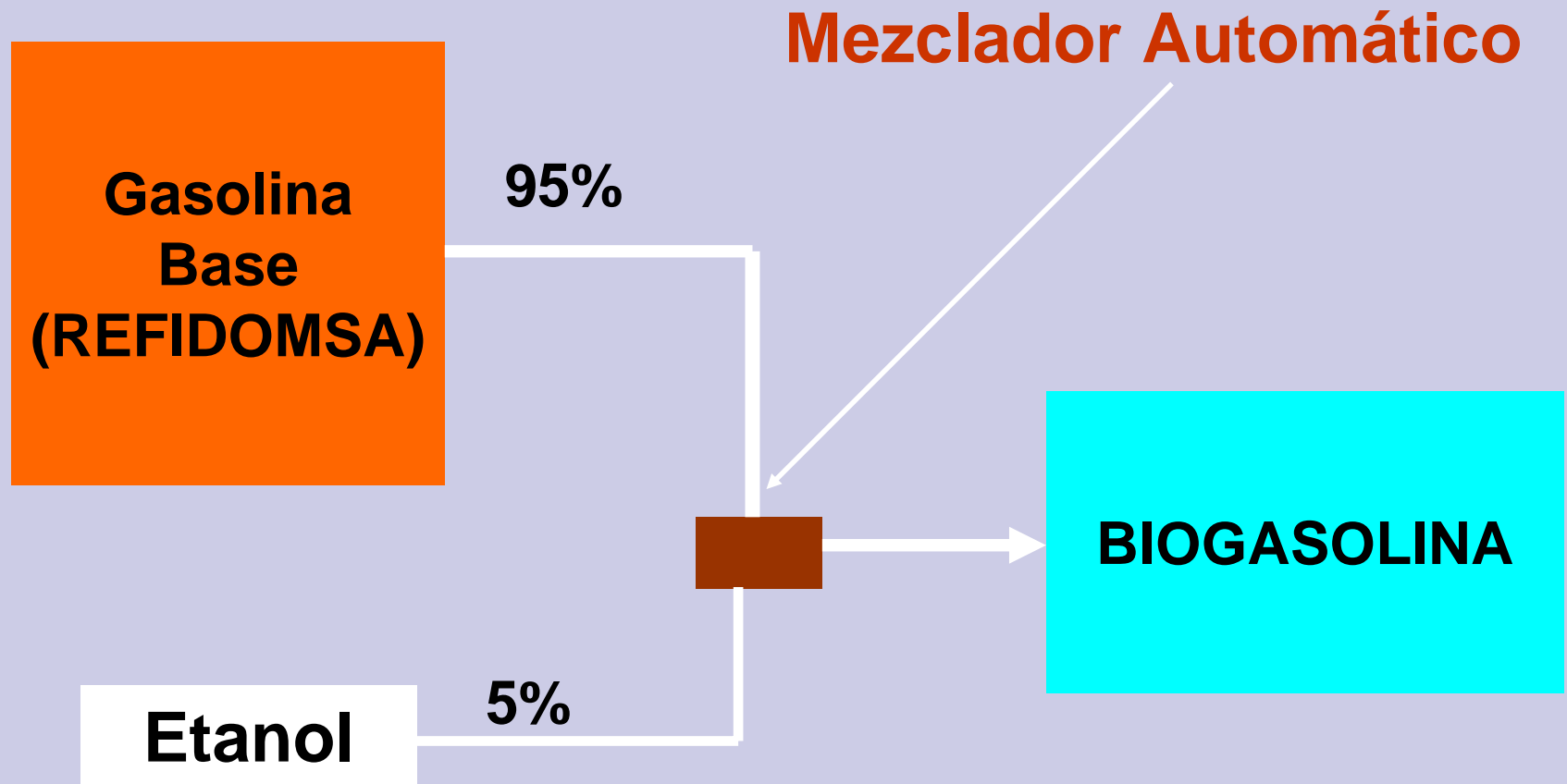


Deshidratación de Etanol Hidratado



Usina Santa Elisa - Sertãozinho - SP - Brasil
Capacidad: 310,000 L/día

Planta de Mezcla Etanol / Gasolina



Petróleo

- U\$64.86 (WTI)

- U\$70.27 (Brent)

- Máxima histórica - Información equivocada

Costo militar del petróleo US\$200

1º Choque: cotizaciones llegaron a un valor equivalente a US\$40 en los días de hoy

2º Choque (1979): Las cotizaciones llegaron a un valor equivalente de US\$80 actuales

Azúcar

Precios Internacionales

**Aumento de 25% en los últimos 12 meses
en las bolsas.**



Protocolo de Kyoto.

Créditos de carbono.

Nature – 2100 + 6°C (publicação científica)



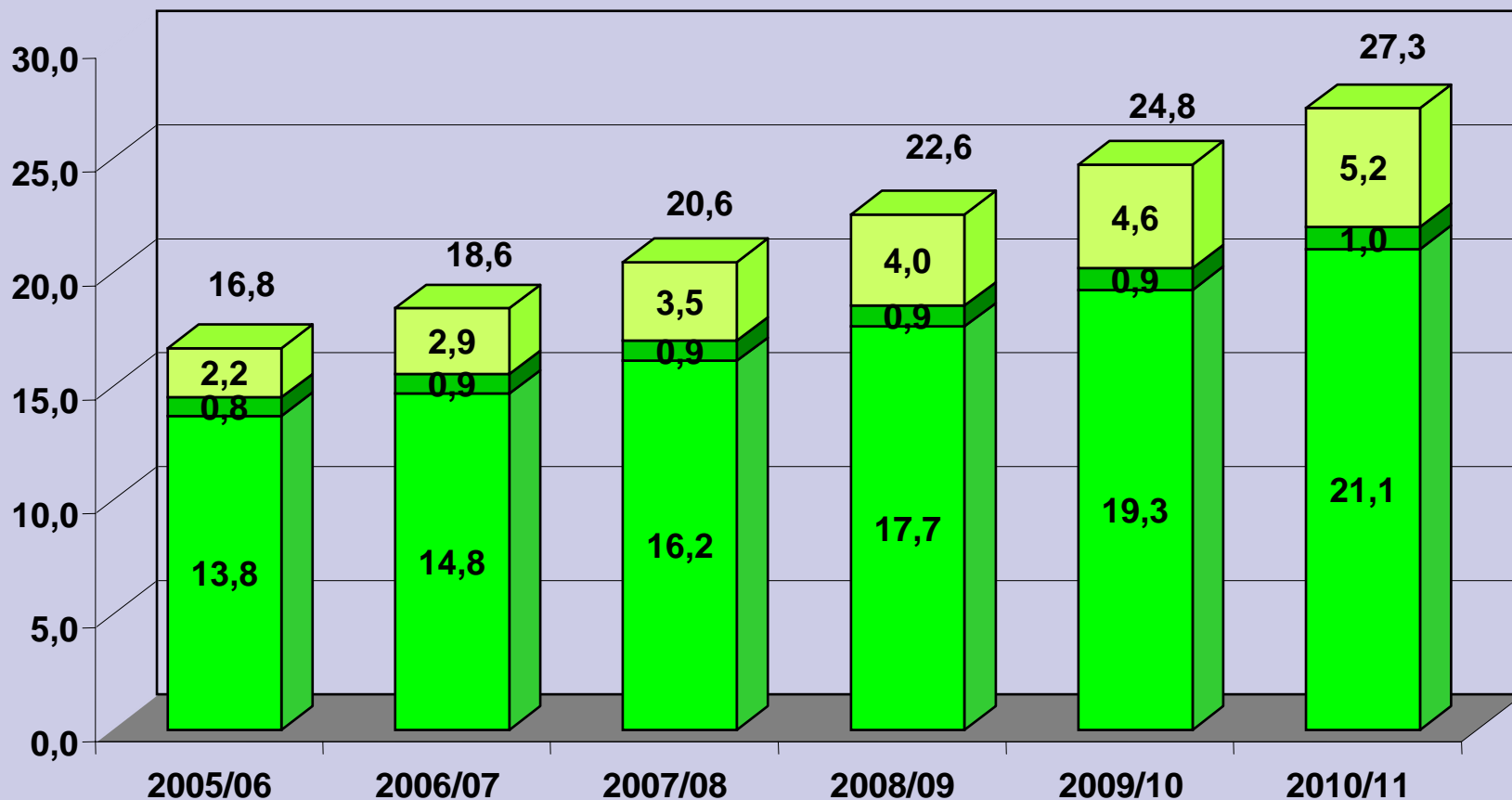
BRASIL

PRINCIPALES VARIABLES

MACROECONÓMICAS Y SETORIALES

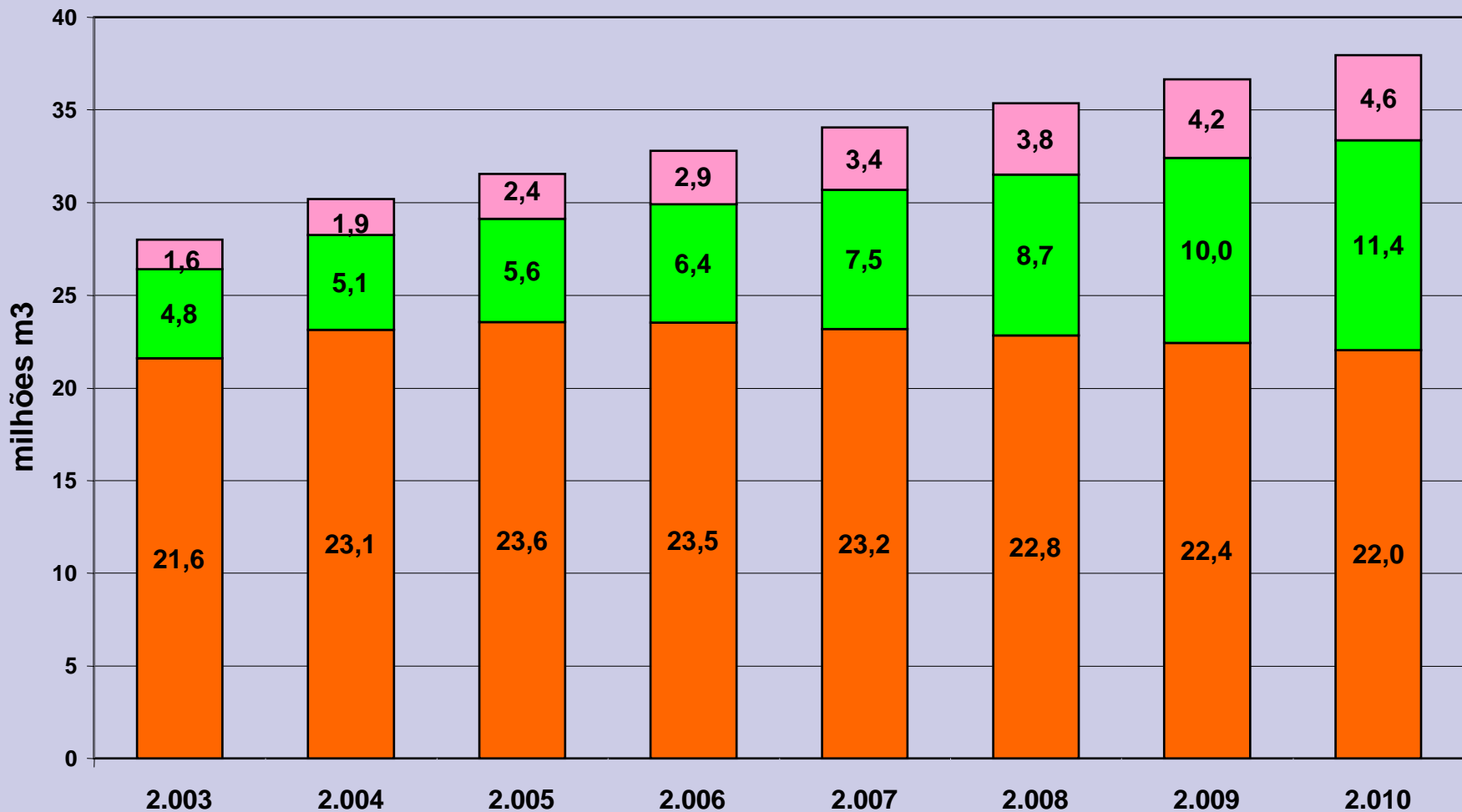
Projeção do Mercado de Álcool - Brasil

bilhões de litros



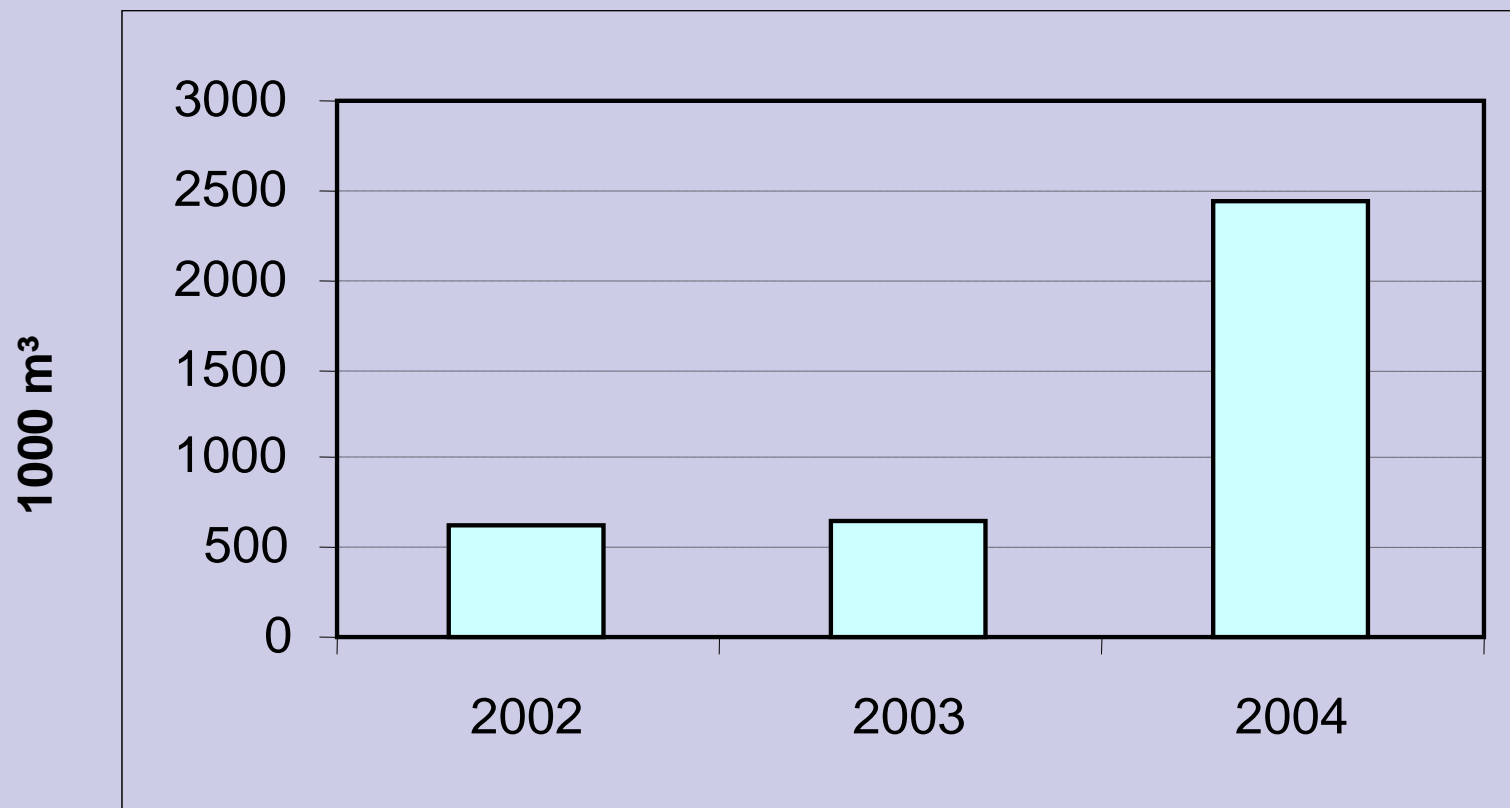
- Carburante
- Industrial
- Exportação

CONSUMO EM GASOLINA EQUIVALENTE



Gasolina C: 26% álcool
Álcool Hidratado
GNV

EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE ETANOL



Source: Ministry of Development, Industry and Foreign Trade

Mercado Potencial de Álcool Carburante

Países	Demanda Potencia <i>bi. litros</i>	Mistura de álcool %	Observações
JAPÃO	1,7	3%	Potencial de consumo se a mistura voluntária de 3% de álcool na gasolina for adotada por toda a gasolina consumida no país.
E.U.A.	16,8		Volume previsto para 2.012 com base na Lei Renewable Fuels, ainda não aprovada. O máximo de mistura permitida é de 5,7% (1)
CHINA	4,5	10%	Potencial de consumo se a mistura de 10% na gasolina, vigente em algumas províncias, for implantada em toda a gasolina consumida na China.
U.E.	7,4	5%	Potencial de álcool em adição de 5% em toda gasolina em 2011, limite permitido pela Diretiva Européia dentre os 5,75% de biocombustíveis.
ÍNDIA	?	5%	Autorizado 5% de mistura em algumas regiões Implantação postergada por quebra na produção de cana
TAILÂNDIA	0,7	5%	Potencial de consumo considerando legislação que determina mistura de 5% em toda a gasolina consumida.
TOTAL	31,1		

(1) Nos Estados Unidos, a mistura de 5,7% em toda a gasolina significa consumo de 30 bilhões de litros de álcool/ano.

Fonte: Diversas: EIA/DOE; Comissão Européia, FO Licht; Copersucar

Situação do Açúcar em alguns Países

- Safra 05/06

- + **Austrália** : quebra de 10% por falta de chuva no Estado de Queensland
- + **Tailândia** : redução adicional na produção de cana, que cairia de 74 milhões ton, na safra 02/03, para 40-45 milhões de ton, na safra 05/06, por falta de chuva nos últimos 3 anos
- + **China** : quebra de produção por seca e redução de área plantada
- + **Índia** : forte recuperação da produção para 17,5 milhões ton, mas ainda insuficiente para atender a demanda
- + **Cuba** : redução persistente da produção por falta de recursos para plantio e colheita da cana
- + **UE** : recuperação da produção na safra 05/06 e ajuste da produção à resolução da OMC, nas safras seguintes


PROJEÇÃO DO MERCADO DE AÇÚCAR

Premissas:

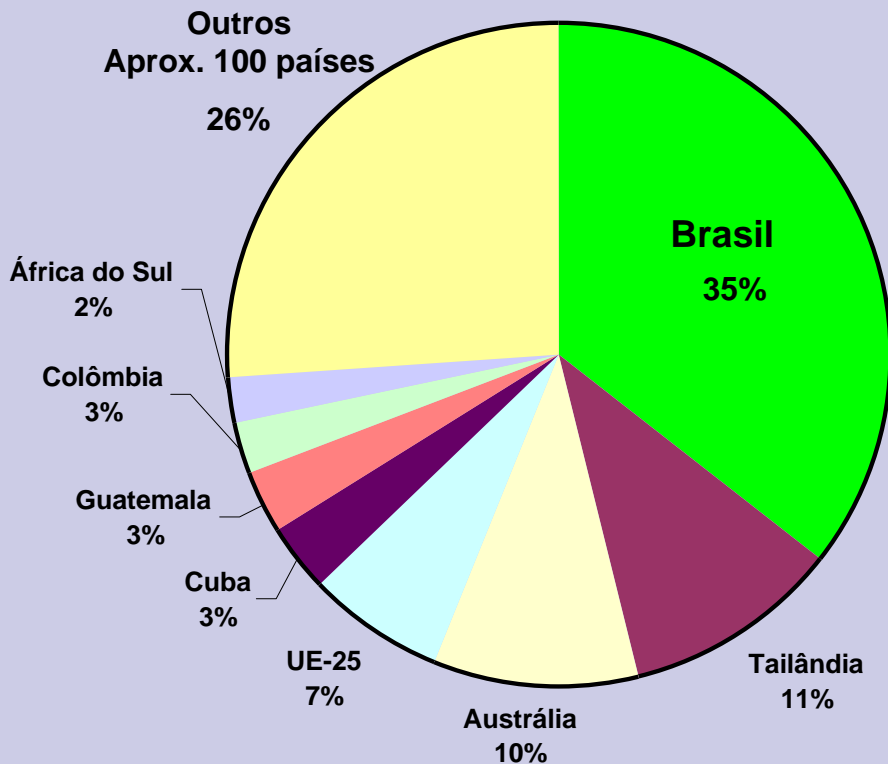
 **Consumo Doméstico: 1,8% aa**

 **Consumo Mundial : 1,8% aa**

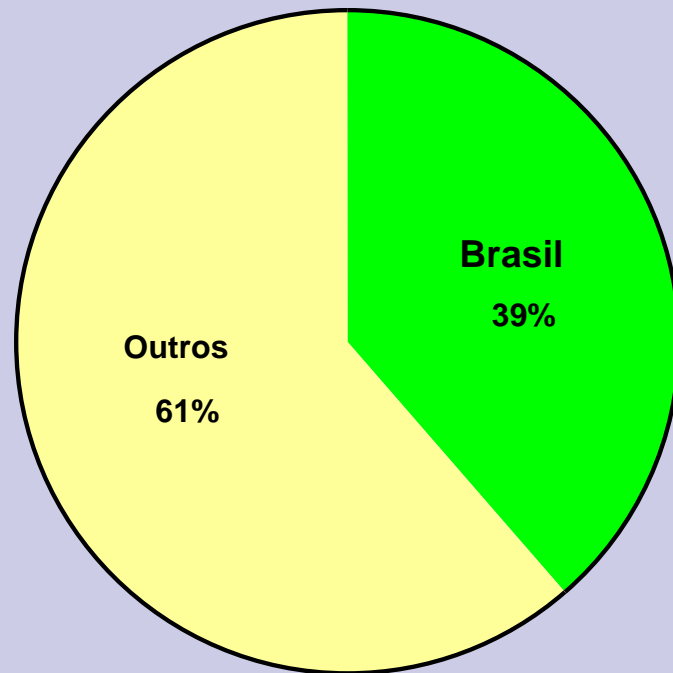
 **Comércio Mundial: 3,0% aa**

 **Brasil conquista 50% do crescimento do comércio mundial passando a deter 39% em 2010/11**

PARTICIPAÇÃO NO COMÉRCIO MUNDIAL



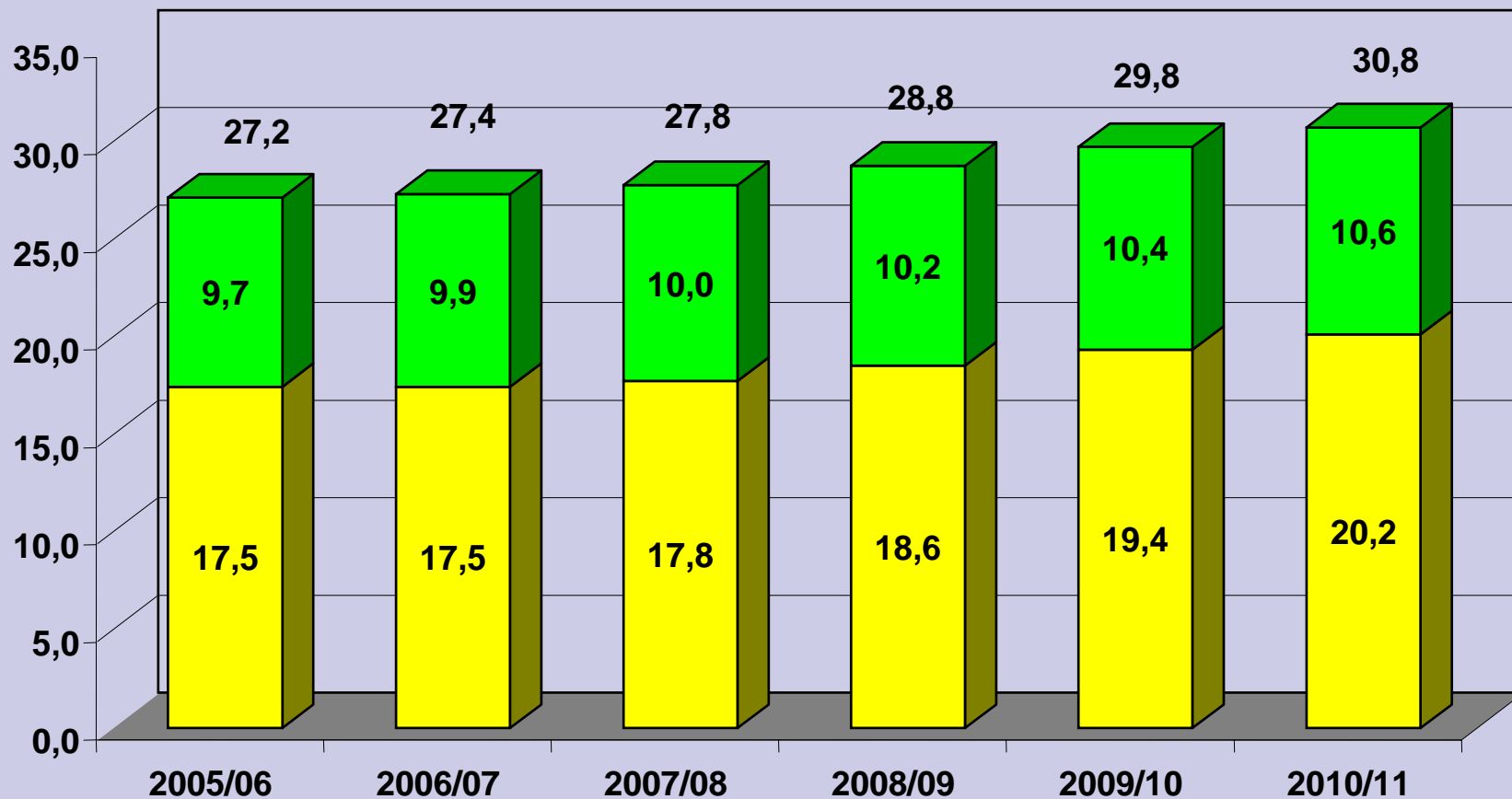
2004



Projeção para 2010

PROJEÇÃO DO MERCADO DE AÇÚCAR - BRASIL

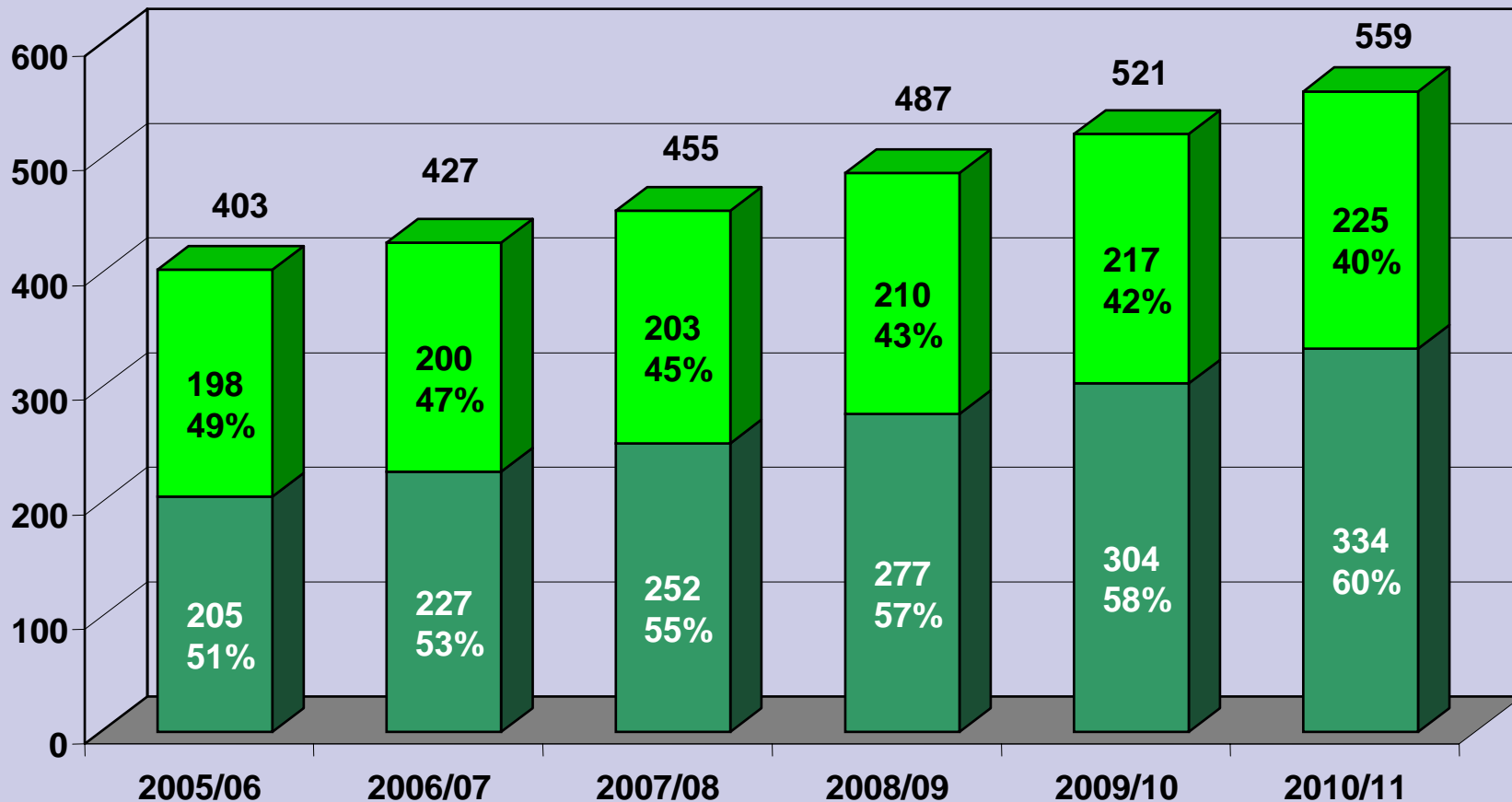
milhões de ton.



■ Mercado Interno
■ Mercado Externo

CANA NECESSÁRIA - Brasil

milhões de ton.



■ Para Açúcar
■ Para Álcool

Geração de Divisas

US\$ bilhões

ano-safra	açúcar	álcool	total
2004/05	3,0	0,6	3,6
2005/06	3,5	0,7	4,2
2006/07	3,5	0,9	4,4
2007/08	3,5	1,1	4,6
2008/09	3,6	1,2	4,8
2009/10	3,7	1,4	5,1
2010/11	3,9	1,6	5,5

Projeção das exportações valorizada pelo preço equivalente ao preço interno, considerando taxa de câmbio de R\$ 2,70US\$, fretes e polarização

Desde de 1975 até hoje, o setor fez com que o País economizasse algo em torno de US\$145 bilhões de dólares em petróleo equivalente, que deixou de comprar, computando-se aí os juros da dívida que não foi gerada.



Muchas Gracias