

# Produção e processamento da Cana de açúcar – desenvolvimento tecnológico

# Produção e processamento da cana de açúcar para energia: o contexto tecnológico

## *Situação e perspectivas no Brasil*

Avanços de 1975 a 2000: precursores das futuras biorefinarias; reduções de custo contínuas.

1980-1990: variedades; moendas; fermentação; uso da vinhaça; especificações do etanol

1990-hoje: genoma da cana; mecanização agrícola; logística, equipamentos CCT; venda de energia; automação industrial; flex fuel.

Futuro: *drivers* importantes são o custo de produção e o meio ambiente

*Variedades transgênicas*: introdução em alguns anos

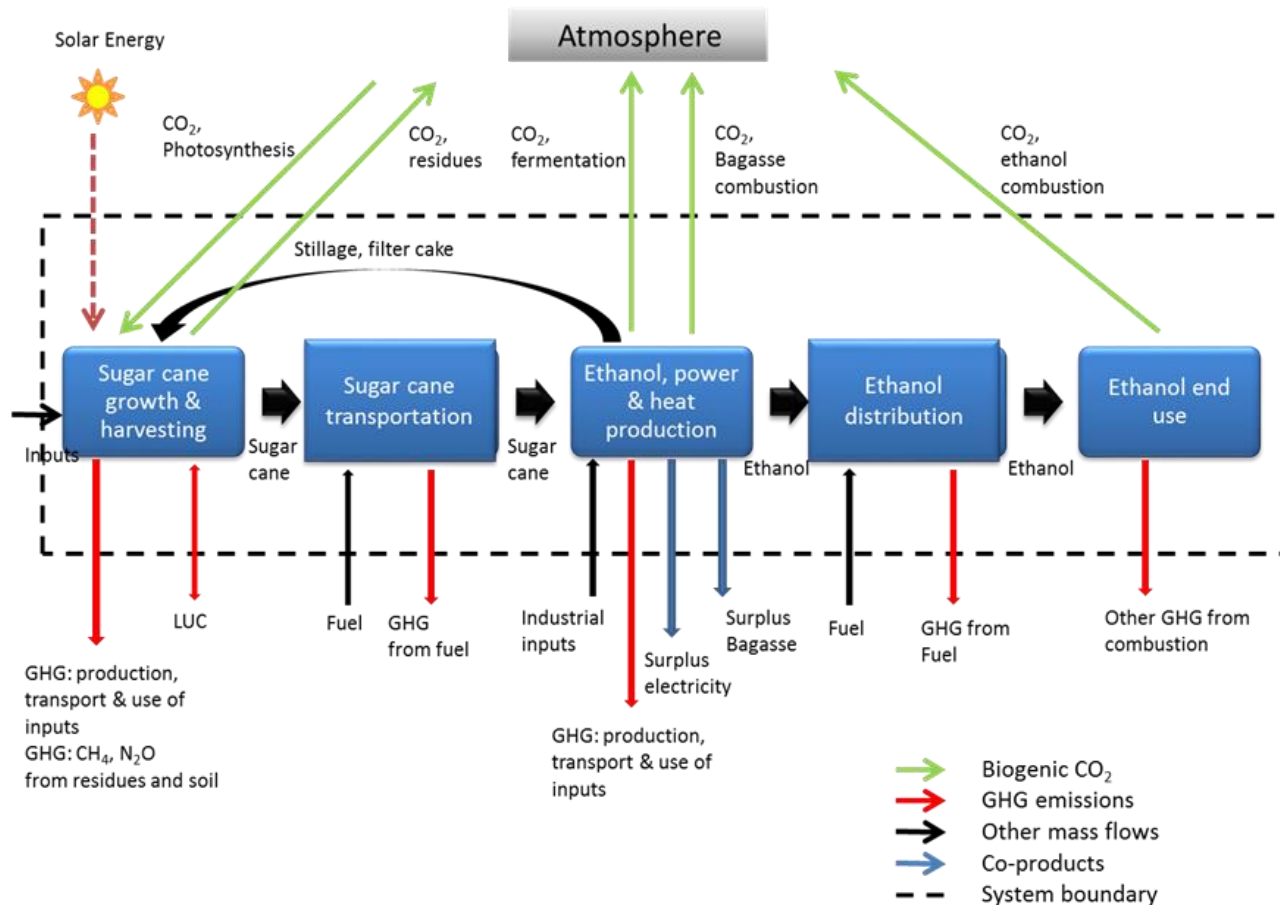
*Processos convencionais*: agricultura de precisão; plantio; CCT; separação; energia elétrica (comercial)

*Novos processos*: usos de bagaço e palha: gasificação e hidrólise; outros usos da sacarose

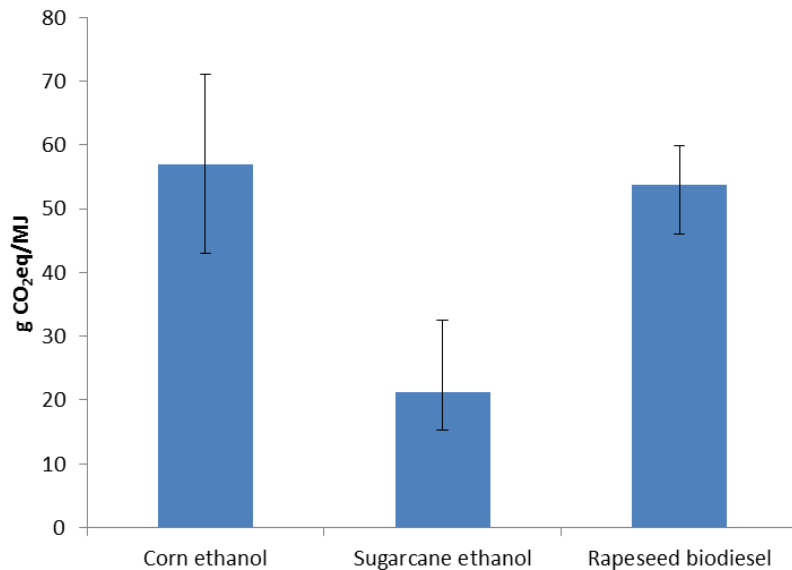
*Usos do etanol*: novas tecnologias para motores / sistemas

- Nos anos seguintes aos grandes avanços iniciais (até 1990) esperava-se que ganhos significativos de eficiência só viriam na *produção* de cana; hoje é certo que tanto *produção* quanto a *conversão* e *uso final* podem evoluir muito.
- Também se esperava que, nas três áreas, avanços importantes só viriam com *tecnologias radicais*; mas hoje são identificadas contribuições expressivas com *melhorias contínuas*.

# Fluxos de massa, co-produtos e GEE (ACV) na produção e uso de etanol



# Emissões de GEE (ACV) para alguns biocombustíveis comerciais



- Etanol de milho e cana: percentis de 10% e 90% (Wang et al., 2012 e Seabra et al., 2011); para biodiesel de canola, são os valores máximo e mínimo (Edwards et al., 2011).
- Incluem créditos para co-produtos; não incluem GEE por mudanças no uso da terra
- Redução das emissões de GEE:

Etanol de milho	42%
Biodiesel de canola	40%
Etanol de cana	75%
- Avanços esperados , etanol de cana
  - **Uso eficiente da biomassa da cana para energia:** ciclos térmicos, processos bioquímicos e/ou termoquímicos
  - **Uso eficiente do potencial de armazenamento de carbono no solo, na LUC**
  - **Otimização energética e eficiência :** processos agrícolas e industriais; co-produtos
- Importancia da legislação ambiental (**voltada para impactos locais**) na obtenção de resultados positivos na redução de GEE (**clima global**) (ZAE, **queima da cana, uso da vinhaça, proteção da vegetação ciliar**, etc).

# Exemplos: Produção de cana

- *Variedades*: com foco na produção de sacarose, sem irrigação, o *melhoramento tradicional* tem mantido um avanço contínuo de 1980 - 2010; ganho genético ~1,5% ao ano. *Variedades transgênicas* devem chegar ao campo em alguns anos, inicialmente visando resistência a insetos e herbicidas.  
Cana energia: com foco na produção de biomassa. Um programa espera atingir 180 t / ha (2015), com 5% açúcares, 33% fibra; e 240 t/ha (2020), em ciclos de 10 anos. Estação experimental e testes comerciais: NE e CS.
- *Plantio mecanizado*: desenvolvimento de mudas pré-brotadas e “sementes” (programas com testes de campo); e equipamentos.  
Ganhos : produtividade; longevidade; redução de 18 → 0.8 t mudas / ha  
Otimização: preparo, espaçamentos e equipamentos (plantio a colheita)
- *Agricultura de precisão*: desde a implantação do canavial; mapeamento de produtividade e redução de insumos
- *Logística do corte, carregamento e transporte*: novos equipamentos e sistemas (recuperação de palha).

# Produção mudas pré-brotadas (MPB)



Plantio MPB 45 dap

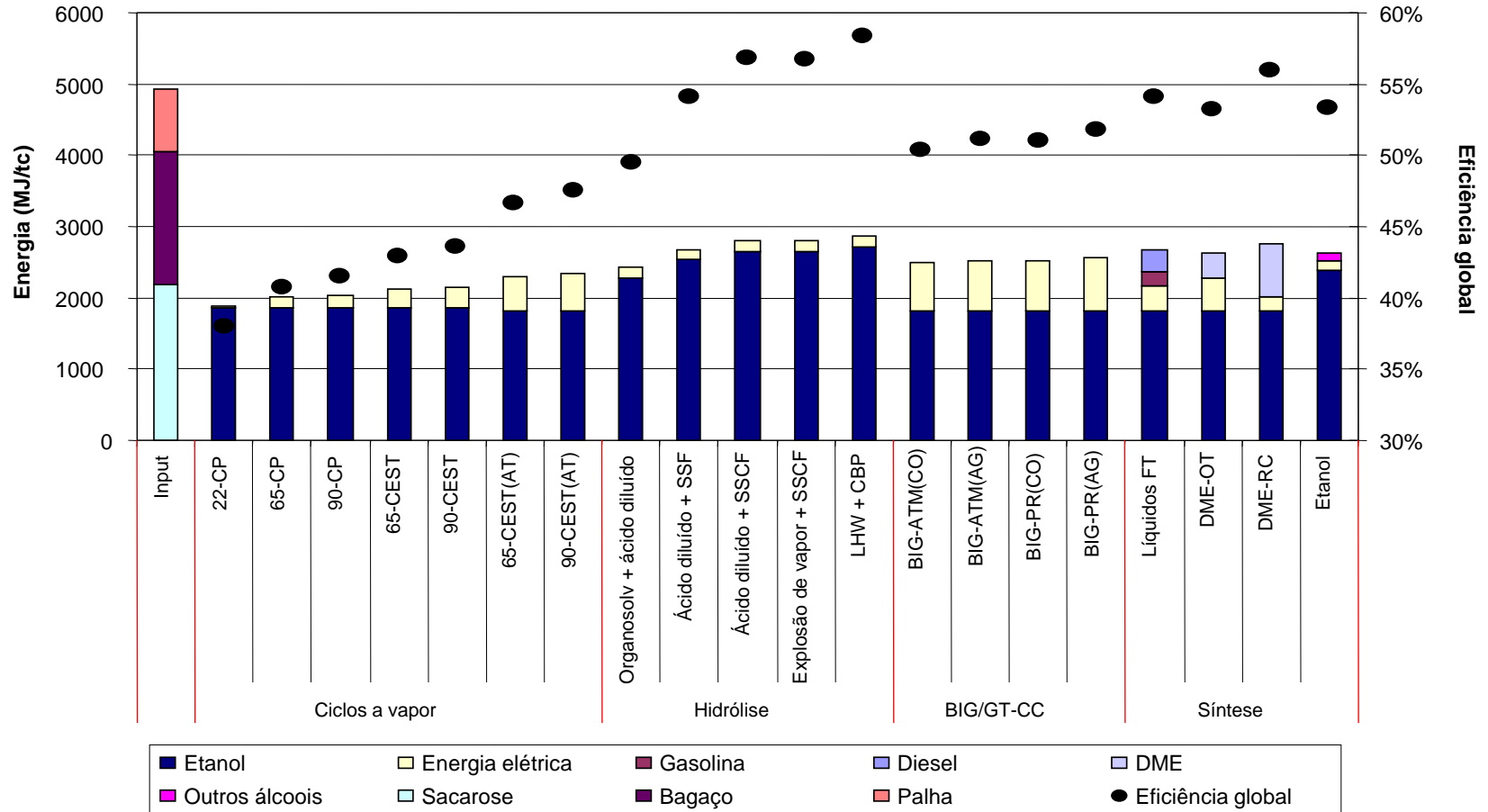




# Exemplos: conversão industrial

- Extração de caldo, fermentação e separação de etanol; uso de subprodutos industriais; exemplos:  
Desenvolvimento de Leveduras para fermentação de outros açúcares e redução do glicerol (E1G): + (1 – 2%) no rendimento fermentativo  
Biogás da vinhaça (energia elétrica, uso automotivo, outros)
- Recuperação da palha e uso de processos termoquímicos (E2G) ou bioquímicos (gasificação) para produzir eletricidade ou combustíveis: eficiência para energia comercial aumentando dos atuais 38% (sobre bagaço, sacarose e 40% da palha) para até 58%.
- Novos produtos da sacarose (ou etanol) co-produzidos nas usinas  
Exemplos, no Brasil: Farneseno (Amyris); óleos de algas (Solazyme, planta de 100 000. t / ano); polietileno “verde” (Braskem), etc.

# Exemplo: usos do bagaço e palha para energia



# Usos de bagaço e palha para energia

*Eletricidade*, sistemas “convencionais”: usinas venderam 1,1 TWh (2005) e 19 TWh (2014), correspondendo a 30 kWh/t cana. O potencial “convencional” para a cana processada hoje é 85 TWh.

*E2G, Brasil*: algumas empresas iniciando produção.



# Uso final do etanol

Este é o tema a ser tratado nesta reunião.  
O potencial de ganhos é muito importante.