

SETEMBRO/2009

Guia da

# Cana-de-açúcar

Avanço científico beneficia o País



Conselho de  
Informações sobre  
Biotecnologia

## Índice

• <b>Um pouco de história</b>	
• Chegada ao Brasil	4
• Cenário atual	4
• Domesticação	5
• Distribuição geográfica	5
• <b>Genética</b>	
• Ciclo de vida	6
• Melhoramento convencional	7
• Biotecnologia	8
• <b>Aplicações</b>	
• Produtos e subprodutos	9
• <b>Potencial econômico</b>	
• Brasil no mercado internacional	14
• <b>Mitos e fatos</b>	
• Principais questões sobre a produção de cana	15
• A cana e a natureza	16
• A cana e o etanol	18



O Conselho de Informações sobre Biotecnologia ([www.cib.org.br](http://www.cib.org.br)) é uma organização não governamental e uma associação civil sem fins lucrativos e sem nenhuma conotação político-partidária ou ideológica. Seu objetivo básico é divulgar informações técnico-científicas sobre a Biotecnologia e seus benefícios, aumentando a familiaridade de todos os setores da sociedade com o tema.

### EXPEDIENTE

Coordenadora-Geral:	Alda Lerayer
Editor Executivo:	Antonio Celso Villari
Redação:	Débora Marques
Consultores Técnicos:	Eduardo Romano – Embrapa Edgar Gomes Ferreira de Beauclair – Esalq/USP Jesus Ferro – Unesp Jaboticabal Marcelo Menossi – Unicamp Sizuo Matsuoka – Engenheiro Agrônomo e consultor
Apoio Operacional:	Jacqueline Ambrosio João Paulo Mendes
Projeto Gráfico:	Sérgio Brito
Fotos:	Arquivo CIB, Sérgio Andrade e Unica/Tadeu Fessel

# Cana-de-açúcar

Avanço científico beneficia o País



O potencial de produção e o papel fundamental da cana-de-açúcar e de seus subprodutos – açúcar, etanol e energia elétrica, entre outros –, tanto na agricultura quanto na indústria, fazem dessa cultura uma das mais importantes atividades da agroindústria nacional. O Guia da Cana foi desenvolvido para servir de fonte de informações sobre esse cultivo, abordando sua origem histórica, sua utilização atual e os mais recentes avanços científicos na área.

O Brasil é hoje o maior produtor mundial de cana, com 563 milhões de toneladas na safra 2008/2009, em uma área de 8,1 milhões de hectares, o que representa apenas 2,3% da área agrícola do País (Conab, Mapa). Os bons números e o aprimoramento tecnológico permitem que o País seja também o maior exportador mundial de açúcar, respondendo sozinho por 45% de todo o produto comercializado no mundo. Na fabricação de etanol, que utiliza aproximadamente 1% da área agricultável do País e 57% da área plantada com cana, o Brasil também ocupa liderança nas exportações e compartilha, com os Estados Unidos (EUA), a posição de maior produtor mundial. Na prática, os dois países são responsáveis por 70% de toda a fabricação desse combustível no mundo.

A cana-de-açúcar sempre teve um papel importante na economia brasileira, desde o período dos engenhos coloniais. Não é de hoje que especialistas vêm buscando maneiras de aprimorar o cultivo da planta, tornando-a mais produtiva e resistente, entre outras vantagens agrônômicas. Com o êxito do mapeamento de seu genoma, abrem-se as portas para uma infinidade de possibilidades, entre elas, o melhoramento genético assistido por marcadores moleculares e a biotecnologia aplicada à cana-de-açúcar.

Esperamos que, com que este guia, você possa saber mais sobre a cana-de-açúcar e descubra curiosidades sobre uma das culturas agrícolas mais antigas e relevantes do Brasil.

Boa leitura!

# Chegada ao Brasil

- A importância da cultura da cana-de-açúcar tem raízes antigas na economia brasileira. As primeiras mudas da planta chegaram ao Brasil por volta de 1515, vindas da Ilha da Madeira (Portugal), tendo sido o primeiro engenho de açúcar construído em 1532, na capitania de São Vicente. Mas foi no Nordeste, especialmente nas capitanias de Pernambuco e da Bahia, que os engenhos de açúcar se multiplicaram. No século seguinte, já éramos o maior produtor e fornecedor mundial de açúcar, posição mantida até o fim do século XVII. Historicamente, a cana-de-açúcar sempre foi um dos principais produtos agrícolas do Brasil e, hoje, o País tem novamente a primeira posição no *ranking* mundial da cultura.
- As variedades comerciais de cana-de-açúcar cultivadas atualmente se originam de cruzamentos realizados no início do século XX, na Ilha de Java. Àquela época, algumas variedades da espécie *Saccharum officinarum* – rica em açúcar, mas muito suscetível a doenças – foram cruzadas com outra espécie, a *Saccharum spontaneum*, que é pobre em açúcar e muito rústica, ou seja, mais resistente aos problemas do campo. Os híbridos obtidos tinham maior capacidade de armazenamento de sacarose, resistência a doenças, vigor, rusticidade e tolerância a fatores climáticos. Apesar de *S. officinarum* e *S. spontaneum* terem sido as espécies que mais contribuíram para a obtenção das atuais variedades comerciais de cana-de-açúcar, outras espécies, a exemplo de *S. sinense*, *S. barberi* e *S. robustum*, ainda que em menor proporção, também foram importantes para a composição genética das variedades modernas de cana.

## Cenário atual

- Em razão do potencial do mercado sucroalcooleiro no Brasil, a cana-de-açúcar não é tratada apenas como mais um produto agrícola nacional, mas como a mais importante fonte de biomassa energética. O setor sucroalcooleiro responde por cerca de 1 milhão de empregos, dos quais 511 mil diretamente envolvidos na produção de cana-de-açúcar e o restante distribuído na cadeia de processamento de açúcar e etanol. Isso representa 6% dos empregos na agroindústria nacional.
- De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o etanol ultrapassou a energia proveniente das hidrelétricas em 2007 e já é a segunda fonte primária de energia do Brasil. Na safra 2008/2009, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), a produção de etanol aumentou 22%, totalizando 27,3 bilhões de litros. Em 2008, de acordo com informações da Agência Nacional do Petróleo (ANP), o consumo de álcool hidratado combustível – usado como combustível de automóveis – subiu 41,9%, somando 13,3 bilhões de litros. No mesmo ano, mais 6,3 bilhões de litros de etanol foram misturados à gasolina vendida no País, à proporção de 25%. Esta, ao mesmo tempo, perdeu espaço entre os combustíveis, com redução de 3,9% em seu consumo.



## Linha do tempo



### Cana no Brasil

**1515**

As primeiras mudas de cana-de-açúcar chegam ao Brasil, vindas da Ilha da Madeira



### Produção

**1532**

O primeiro engenho de açúcar foi construído no Brasil



### Melhoramento

**Fim do séc. XIX**

A cana-de-açúcar plantada atualmente no Brasil é um refinamento de cruzamentos realizados no fim do século XIX



### Genes

**1999**

Início do Projeto Genoma da Cana (Fapesp), o qual identificou 50 mil genes ligados a características como desenvolvimento, produção e teor de açúcar



### Biotecnologia

**1999-presente**

Testes de inserção de genes na cana para aumento de sacarose, melhoria do porte, resistência a doenças e pragas, entre outros

# Domesticação

• As espécies que originaram as cultivares atuais de cana-de-açúcar são oriundas do Sudeste Asiático. A origem de *S. officinarum*, por exemplo, está intimamente associada à atividade humana, pois ela tem sido cul-

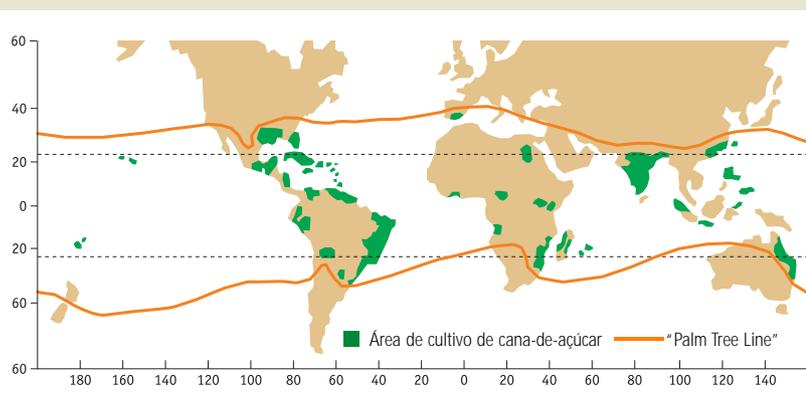
tivada desde a Pré-História. Acredita-se que o centro de origem de *S. officinarum* seja a Melanésia (Oceania), onde ela foi domesticada e depois disseminada pelo homem por todo o Sudeste Asiático. A região tornou-

se centro de diversidade, tendo, como núcleo, Papua Nova Guiné e Java (Indonésia), regiões em que a maior parte das espécies foi coletada a partir do fim de 1800.



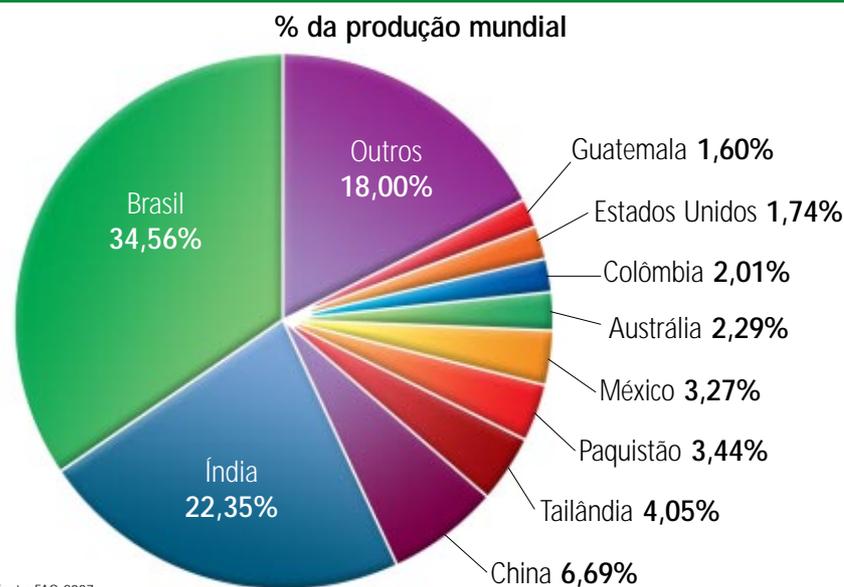
## Distribuição geográfica

Como a cana-de-açúcar se adapta facilmente e é capaz de crescer em uma vasta faixa de habitats e altitudes, tanto nos trópicos quanto em regiões temperadas, ela está atualmente dispersa em todos os continentes, como mostra o mapa.



O cultivo da cana-de-açúcar existe em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo e se estende ao Norte e ao Sul do Equador, seguindo a distribuição das palmeiras ("Palm Tree Line", ou linhas que delimitam a zona de crescimento das palmeiras e que caracterizam a zona tropical).

## Principais países produtores da cultura em 2007



Fonte: FAO-2007.

# Ciclo de vida

- A cana-de-açúcar é perene na sua forma natural, mas semiperene no cultivo extensivo. É necessário um novo plantio, realizado geralmente entre a quinta e a sétima colheita. Isso ocorre porque o pisoteio por máquinas e veículos no cultivo e, principalmente, na colheita, não apenas prejudica diretamente a planta, como também compacta o solo. Além disso, há um progressivo acúmulo de doenças no canavial. Conseqüentemente, ocorre uma diminuição natural do número de plantas e o crescimento reduzido das remanescentes com o avanço dos ciclos, ocasionando queda de produção, que atinge níveis economicamente inviáveis, exigindo a substituição por novo plantio.

- Existem dois ciclos de produção da cana-de-açúcar: o que se inicia com o plantio da muda e se encerra com o primeiro corte é chamado de cana-planta; os demais, que começam após o primeiro corte, são denominados ciclos da soqueira, ou canas-socas. O ciclo da cana-soca dura geralmente de 12 a 13 meses, enquanto o da cana-planta varia conforme a época de plantio das mudas. Nas condições climáticas do Centro-Sul do País, se as mudas forem plantadas no início da estação chuvosa (de setembro a novembro), o ciclo apresenta duração média de 12 meses (cana-de-ano); se o plantio for feito na segunda estação (de janeiro a abril), o ciclo pode variar de 14 a 18 meses (cana de ano-e-meio).

- A duração do ciclo da cana pode variar também de acordo com a cultivar utilizada.

### Saiba mais

- Normalmente, os cruzamentos entre as variedades de cana-de-açúcar são realizados em ambientes protegidos, como estufas e câmpulas de contenção, geralmente dispostos em interiores de mata ou galpões cobertos para evitar a contaminação indesejada por pólen oriundo de outros genitores. Após o período de hibridação, as hastes da planta são coletadas e mantidas em um galpão por uma semana para maturar. Passado esse período, as flores protegidas por um saco são separadas das hastes, colhidas e colocadas em uma câmara aquecida para a retirada da umidade das sementes.

Para manter a produtividade, a cana é replantada a cada quatro colheitas

Ciclo de produção da cana pode ser de 12 a 21 meses, dependendo da época do plantio



As espécies cultivadas no Brasil são originárias do Sudeste Asiático

# Melhoramento convencional

**Brasil desenvolveu variedades de cana com produtividade até 50% maior nos últimos 30 anos**

• Diante da importância da cana-de-açúcar para a sociedade, a melhoria de sua prática de cultivo foi um processo natural, cujas bases são históricas. Ao longo de várias décadas, especialistas e pesquisadores foram aprimorando a qualidade da planta, apesar de sua complexa composição genética. No Brasil, três grandes programas de melhoramento da cana-de-açúcar têm sido realizados nas últimas décadas: o da Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (Ridesa), antigo Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar, o do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), antigo Centro de Tecnologia da Copersucar, e o programa do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). As varie-

dades desenvolvidas por esses projetos respondem hoje por quase todas as variedades de cana-de-açúcar usadas para produzir açúcar e etanol no Brasil. Graças a eles, o País conseguiu aumentar a produtividade da cana em mais de 50% nos últimos 30 anos.

- Recentemente, novos programas de melhoramento de cana surgiram em empresas da iniciativa privada, o que deve aumentar as variedades disponíveis para os produtores nos próximos anos.
- As espécies que deram origem às variedades comerciais de cana não são nativas do Brasil. Elas permanecem em bancos de germoplasma das estações de cruzamento brasileiras para possibilitar sua utilização no

melhoramento da cana. É somente nas condições dessas estações que essas espécies podem ser cruzadas com sucesso com as variedades convencionais ou geneticamente modificadas.

- A probabilidade de ocorrer cruzamento genético, em circunstâncias naturais, entre os híbridos comerciais e espécies desses gêneros é extremamente baixa, sobretudo devido à falta de condições ambientais propícias para tal fim.
- Apesar de a maior parte da cana plantada comercialmente no mundo ser hoje fruto do cruzamento entre *S. officinarum* e *S. spontaneum*, as análises de DNA mostram preponderância da carga genética da primeira.

## Saiba mais

• Para que haja cruzamento entre duas variedades, ou híbridos, de cana, é necessário que elas floresçam, o que só ocorre em circunstâncias específicas de fotoperíodo (iluminação) e temperatura diurna e noturna. O ambiente ideal é encontrado apenas entre 5° e 15° de latitude, razão pela qual todos os programas de melhoramento brasileiro têm suas estações de cruzamento no Nordeste (Alagoas e Bahia). Além da dificuldade de florescimento, o pólen da cana perde rapidamente a viabilidade em condições naturais, com algumas variedades apresentando ainda baixa fertilidade do pólen.

• Uma vez que tais dificuldades sejam superadas e ocorra o cruzamento, a semente formada tem que ser adequadamente armazenada para que mantenha uma taxa de germinação capaz de permitir a obtenção de plântulas, que, por sua vez, passam por uma avaliação em um programa de seleção de novas variedades comerciais. As novas variedades são selecionadas contra florescimento, uma vez que este consome energia da planta, levando à diminuição da produtividade. Todas as exigências e dificuldades tornam improvável a ocorrência de cruzamentos entre variedades convencionais ou transgênicas.



• O cultivo comercial de cana-de-açúcar ocorre por propagação vegetativa, e não por sementes, ou seja, um canavial é obtido pelo plantio de colmos da variedade de cana desejada, com as plantas-filhas tendo a mesma genética da planta-mãe – são clones. Assim, mesmo que haja cruzamento, as plantas não mudam suas características. Isso ocorreria apenas nas variedades originadas do plantio de sementes, o que não é feito pelos agricultores.

# Biotecnologia

### Canas geneticamente modificadas devem estar no mercado nos próximos anos

• O melhoramento da cana-de-açúcar com a utilização da biotecnologia teve início no começo da década de 90, com os primeiros mapas genéticos e a obtenção das primeiras plantas modificadas geneticamente, em diversas instituições do mundo, incluindo, à época, o Centro de Tecnologia da Copersucar (CTC). No fim dos anos 90, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) começou o projeto Genoma da Cana (Sucest), no qual foram identificados 50 mil genes da planta. A iniciativa possibilitou a identificação dos genes envolvidos no processo de crescimento, no teor de açúcar e na resistência a diversos tipos de estresses, entre outras características importantes para aumentar a produtividade comercial da cultura. Os genes identificados pelo Sucest também têm permitido o desenvolvimento de marcadores moleculares que estão associados a atributos relevantes e desejáveis nas novas variedades. O sequenciamento completo do genoma da cana, que está sendo realizado por um consórcio internacional no qual o Brasil é um dos líderes, deverá acelerar a determinação dos genes responsáveis por cada característica desejável na planta. O uso dessa informação permitirá, no futuro, o desenvolvimento mais rápido de novas variedades por meio do processo denominado seleção assistida por marcadores.

• Vários genes vêm sendo introduzidos no genoma da cana-de-açúcar por meio de técnicas de transformação genética. Esses genes conferem características a exemplo de tolerância a herbicidas, resistência a doenças e pragas, aumento do teor de sacarose, tolerância à seca e até melhoria do porte da cana para facilitar a colheita



mecanizada. Também estão sendo pesquisados genes que podem ajudar a melhorar a produção de açúcar e outros para que a planta possa ser utilizada como uma biofábrica, capaz de gerar produtos de alto valor agregado, como os bioplásticos.

• Ciente do grande potencial de contribuição que a engenharia genética pode trazer à cultura da cana-de-açúcar, há cerca de três anos a Embrapa investe em projetos de desenvolvimento de cana-de-açúcar transgênica. As características que serão incorporadas à planta visam principalmente a atender às demandas do Nordeste. A escolha dessa região tem por objetivo a redução das diferenças tecnológicas hoje existentes entre o Sudeste e o Nordeste. As variedades em desenvolvimento serão mais tolerantes à seca e mais resistentes à broca gigante (principal praga da Região Nordeste), o que garantirá maior produtividade.

• Até o momento, não há no mundo nenhuma variedade transgênica comercial de cana-de-açúcar. No entanto, testes de campo já foram feitos ou estão em andamento na África do Sul, Argentina, Colômbia, Austrália, nos Estados Unidos, em Cuba e, principalmente, no Brasil. Tal fato indica que vários grupos têm interesse em melhorar essa cultura no sentido de produzir, por meio da biotecnologia, variedades mais eficientes do que as que temos hoje, de forma a trazer benefícios para todo o setor sucroalcooleiro, para a economia brasileira, para os consumidores e para o meio ambiente.

• Como não existem, no Brasil, espécies nativas sexualmente compatíveis com a cana-de-açúcar, não se espera que ocorra "escape" gênico no caso de liberação comercial de variedades transgênicas de cana-de-açúcar.

# Produtos e subprodutos

A cana-de-açúcar é uma planta que apresenta um longo histórico de uso seguro para a alimentação humana e animal. Seu plantio comercial no Brasil visa principalmente à obtenção do açúcar (sacarose), que usamos todos os dias na nossa alimentação, e do etanol, que abastece nossos carros. Entre seus subprodutos, derivados da moagem da planta, estão o melado, usado como componente de rações para ruminantes e como substituto do açúcar na alimentação humana, e o bagaço, que, como fonte de fibras, pode ser utilizado para alimentação animal – mas é principalmente empregado para a geração de energia em usinas, por meio de sua queima. Outro importante derivado da cana é a cachaça, obtida da fermentação e da destilação do caldo (garapa).



### Açúcar

- A sacarose, proveniente da cana-de-açúcar ou da beterraba, é utilizada no mundo todo como adoçante e energético. O açúcar cristal obtido da cana-de-açúcar possui 99,8% de sacarose e 0,2% de impurezas em sua composição (umidade – 0,04%; sais minerais – 0,07%; açúcar invertido – 0,07%; material insolúvel – 0,02%). Já o refinado provém da dissolução dos cristais de açúcar e da remoção do material insolúvel e dos corantes naturais por processos físicos.

### Rapadura, açúcar mascavo e melado

- A rapadura, o açúcar mascavo e o melado são os principais produtos do segmento artesanal do sistema produtivo da cana-de-açúcar. O processamento é realizado principalmente em pequenas propriedades rurais, caracterizadas pelo baixo nível tecnológico e uso intensivo de mão de obra. Há pouca integração com o mercado, de forma que a produção é comercializada em mercados locais e o processamento é simplificado.

- A rapadura é o doce resultante do caldo da cana-de-açúcar concentrado. É um produto integral, sem refino, puro e passível de utilização como açúcar. A produção do mascavo envolve um procedimento semelhante ao da rapadura, sendo o diferencial apenas o ponto de concentração, que é mais alto. Esse

O açúcar mascavo e a rapadura são produtos que têm papel importante na alimentação em algumas regiões brasileiras, sendo uma excelente fonte de energia e de sais minerais de baixo custo

tipo de açúcar era mais utilizado até o surgimento do açúcar branco, cuja cor se tornou mais atrativa para consumo, levando o produto marrom a perder mercado. Tanto o açúcar mascavo como a rapadura possuem uma quantidade expressiva de minerais e proteínas.

- Já o melado, conhecido no Nordeste como mel de engenho, consiste numa substância obtida pela concentração do caldo da cana-de-açúcar. É chamado de “rapadura líquida”, em virtude da semelhança entre os dois produtos, que se estabelece por meio do processo produtivo, das propriedades sensoriais, do valor nutritivo e do perfil do consumidor. Tais características favorecem o processamento da rapadura e do melado numa mesma unidade produtiva.



# Produtos e subprodutos

### Etanol

- Líquido e inflamável, o álcool etílico, ou etanol, é uma substância obtida pela destilação de produtos orgânicos fermentados, como açúcar, amido e celulose. No caso do etanol proveniente da cana-de-açúcar, o principal componente da fermentação é a sacarose do caldo, ou seja, o açúcar. A substância final dos processos de destilação e retificação é uma mistura binária etanol-água, que pode ser destinada diretamente ao abastecimento de veículos ou, ainda, sofrer desidratação e originar o álcool anidro, que é utilizado como aditivo da gasolina. O álcool etílico resultante do processamento industrial é uma substância pura, livre de proteínas e de DNA.

### Saiba mais

- A sacarose e o etanol provenientes da cana-de-açúcar transgênica são idênticos aos produtos obtidos da cana convencional, por se tratar de substâncias puras, ou seja, sem outros compostos misturados, como DNA ou proteína. Dessa forma, além de possuírem as mesmas propriedades físico-químicas, são equivalentes ao etanol e à sacarose obtidos da cana-de-açúcar não transgênica.

A vinhaça, um subproduto do uso da cana, pode ser usada na produção de fertilizantes



### Vinhaça

- A vinhaça, ou vinhoto, consiste em um resíduo do processamento industrial para a obtenção do etanol. É constituída por uma suspensão de sólidos, sendo ainda rica em substâncias orgânicas e minerais, com predominância de potássio. Algumas opções de uso da vinhaça incluem a produção de

proteínas por fermentação anaeróbica; a produção de gás metano; o tratamento para a concentração a 60° Brix e posterior emprego na formulação de ração animal; a utilização como adubo na lavoura; a queima para a produção de fertilizante; e a utilização agrícola do resíduo *in natura*, em substituição total ou parcial às adubações minerais.





Cortesia Unica / Foto Iadeu Fessel

### Bagaço e palha

- Existem algumas técnicas capazes de produzir etanol com base no bagaço da cana e de outros materiais vegetais. A maioria desses processos ainda está em fase de desenvolvimento da viabilidade técnica em escala comercial, sendo ainda pouco competitiva economicamente.

- O método, que ficou popularmente conhecido como etanol celulósico, usa enzimas (rota enzimática) ou ácidos (rota química) para decompor as longas moléculas da celulose em moléculas menores de açúcares. A partir desse ponto, o bagaço é integrado ao ciclo normal de produção de etanol pela fermentação do açúcar por leveduras.

- Outra técnica disponível para o aproveitamento do bagaço e da palha é a gaseificação. Nesse processo, o material vegetal é queimado na ausência de oxigênio para produzir o gás de síntese. Este, então, pode ser transformado em combustíveis e em outros produtos químicos.

Bagaço pode ser queimado para gerar energia



# Produtos e subprodutos

### Biomassa

- Normalmente, as plantas convertem menos de 1% da luz solar em energia química, mas a cana-de-açúcar é capaz de converter cerca de 2% da radiação incidente em açúcares, dos quais dois terços estão na forma de lignina e de celulose, que são insolúveis, e um terço corresponde à sacarose presente no caldo. Essa eficiência a coloca como a principal planta quando se pensa em biomassa. O bagaço da cana-de-açúcar, constituído por lignina e celulose, representa um terço da biomassa da cana, enquanto outro terço é formado pelas folhas e pelo ponteiro, que ficam no campo após a colheita. A quantidade de bagaço obtida varia de 240 kg a 280 kg por tonelada de cana processada.

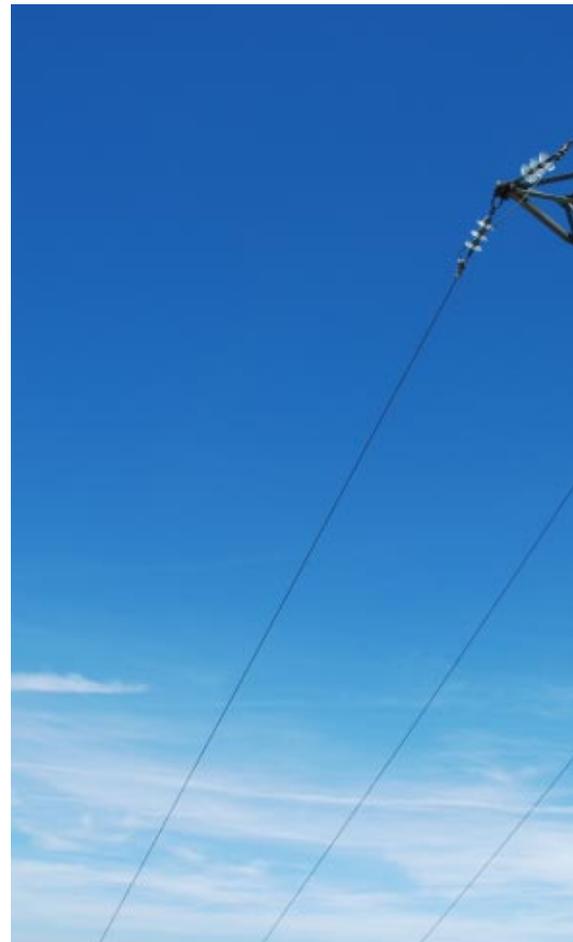
- Em usinas de açúcar e etanol, é comum o uso do bagaço como fonte energética para alimentar caldeiras, resultando na geração simultânea de energia térmica e mecânica a partir do vapor (cogeração). A energia térmica é utilizada no processo de fabrica-

ção do açúcar e do etanol e a energia mecânica entra na moagem da cana ou se transforma em bioeletricidade por meio de um gerador, seja para uso na própria usina, seja para venda do excedente para as concessionárias de energia elétrica.

- O bagaço da cana-de-açúcar pode servir também como matéria-prima na produção de etanol, porém essa tecnologia ainda está em desenvolvimento.

### Torta de filtro

- A torta de filtro é um subproduto do processamento industrial da cana e vem dos filtros rotativos após a extração da sacarose residual da borra. De modo geral, é um resíduo rico em minerais (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e matéria orgânica, principalmente proteínas e lipídios. Por apresentar altos teores de proteínas, a torta de filtro pode ser utilizada para a alimentação de animais ou, ainda, como adubo.



### Energia elétrica

- Segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), o Brasil dispõe hoje de 266 usinas que produzem eletricidade proveniente da queima do bagaço de cana-de-açúcar. Essas empresas têm capacidade de geração de 3.682 MW, o equivalente a 3,5% do total do parque gerador brasileiro, ou 16% da energia produzida por fontes termelétricas no País.

- O potencial elétrico do setor ainda está longe de ser completamente utilizado. Existem, no Brasil, mais de 400 usinas, o que significa que 33% delas ainda não estão outorgadas pela Aneel para produzir eletricidade. E mesmo entre as que já geram energia elétrica, a modernização do siste-



ma de caldeira e turbina possibilitará um considerável aumento da potência instalada. Além disso, a palha da cana também poderá ser usada como combustível quando a colheita mecanizada estiver plenamente implementada. No caso de São Paulo, maior produtor do País, a queima da palha antes da colheita será eliminada em 2017.

- O potencial de produção de energia elétrica no Brasil em 2012 é de 5.300 MW, usando-se apenas 75% do bagaço produzido, segundo a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica). Adicionando-se apenas 50% da palha de cana, a capacidade de geração pode ser ampliada para 10.100 MW, potência um pouco maior do que a da usina hidrelétrica de Itaipu.

## Cachaça

- A produção da cachaça, ou aguardente, no Brasil teve início no período colonial e continua até os dias de hoje, artesanal ou industrialmente. A bebida é obtida por meio da destilação do caldo de cana fermentado, contendo de 38% a 54% de álcool em volume a 20°C. A cachaça, depois da cerveja, é a bebida alcoólica mais consumida no País, totalizando sete litros per capita por ano. Em termos mundiais, é a terceira bebida destilada mais tomada no planeta, ficando atrás apenas da vodca e do shochu (bebida destilada coreana). Estima-se que sua produção alcance 1,5 bilhão de litros, o que seria, em princípio, o tamanho do mercado interno, já que as exportações representam aproximadamente 1% do total produzido.



Uma das bebidas alcoólicas mais consumidas no Brasil, a cachaça é feita da de forma artesanal e industrial



## Curiosidade

- As unidades de produção da cachaça recebem várias denominações, de acordo com a escala de produção e a região produtiva: as cachaças industriais são fabricadas em destilarias; as cachaças artesanais nordestinas saem dos engenhos, herança do Brasil colonial; e as cachaças artesanais das Regiões Sul e Sudeste vêm de alambiques, em alusão ao equipamento no qual se realiza a destilação.

## Brasil no mercado internacional

• O Brasil é o maior exportador de açúcar, respondendo sozinho por 45% de todo o produto comercializado no mundo. Já em relação ao etanol, o País divide com os EUA o papel de maior produtor mundial – juntos, os dois países são responsáveis por 70% de todo o etanol produzido no planeta. No entanto, o produto norte-americano é exclusivamente derivado do milho e voltado para seu mercado interno. Assim, o Brasil é também, no caso do etanol, o maior exportador mundial, respondendo por 54% desse mercado. Em 2008, as vendas de açúcar e etanol para o exterior renderam aproximadamente 7,8 bilhões de dólares em divisas para o País, levando esse setor a ocupar o quarto lugar no *ranking* das exportações brasileiras.

### Crescimento da demanda

• O setor passa por um momento de crescimento do mercado interno e externo em razão da tendência da procura de outras fontes de energia para substituir o petróleo, do menor custo de produção de etanol do mundo, do aumento da frota de veículos flex-fuel e do efeito do Protocolo de Kyoto como resultado da preocupação mundial com a preservação ambiental e a consequente busca por alternativas de energia renovável.

• Esse cenário positivo vem gerando interesse global sobre o bem-sucedido programa brasileiro do álcool combustível e seu potencial para atender a uma parte da demanda mundial, que passaria a usá-lo em substituição ao petróleo. A alternativa refletiu em substancial aumento da produção brasileira de cana-de-açúcar nos últimos anos, com 12% de incremento da área plantada em 2007 e perspectiva de elevação desse nível nas próximas décadas.

**Brasil é o maior produtor mundial de açúcar e o segundo maior de etanol**



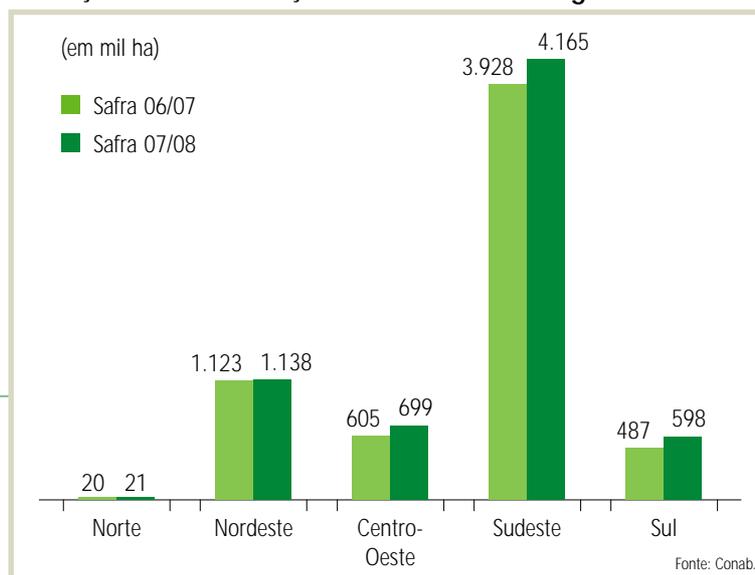
## Programa Nacional do Álcool

• O Programa Nacional do Álcool, ou Proálcool, foi criado em 14 de novembro de 1975 pelo Decreto nº 76.593, com o objetivo de estimular a produção de etanol, para atender às necessidades do mercado interno e externo e à política de combustíveis automotivos. Trinta anos depois do início do Proálcool, o Brasil vive uma nova expansão dos canaviais com o propósito de oferecer, em grande escala, o combustível alternativo. Neste contexto, variedades transgênicas de cana com maior produtividade possibilitarão o aumento da produção de açúcar e etanol, sem a necessidade do avanço da cultura em outras áreas agrícolas. A nova escalada não é um movimento comandado pelo governo, como a ocorrida no fim da década de 70, quando o Brasil encontrou no etanol a solução para enfrentar o aumento abrupto dos preços do petróleo que importava. A corrida para ampliar unidades e construir novas usinas é movida por decisões da iniciativa privada, convicta de que o etanol terá, a partir de agora, um papel cada vez mais importante como combustível, no Brasil e no mundo.

gênicas de cana com maior produtividade possibilitarão o aumento da produção de açúcar e etanol, sem a necessidade do avanço da cultura em outras áreas agrícolas. A nova escalada não é um movimento comandado pelo governo, como a ocorrida no fim da década de 70, quando o Brasil encontrou no etanol a solução para enfrentar o aumento abrupto dos preços do petróleo que importava. A corrida para ampliar unidades e construir novas usinas

é movida por decisões da iniciativa privada, convicta de que o etanol terá, a partir de agora, um papel cada vez mais importante como combustível, no Brasil e no mundo.

### Produção da cana-de-açúcar nas diferentes regiões do Brasil



No Brasil, a produção está concentrada na Região Sudeste, responsável por aproximadamente 70% da produção nacional. O Nordeste, tradicional produtor, responde por 12%, enquanto o Centro-Oeste, considerado uma região de avanço da cultura, representa 10%

## Principais questões sobre a produção de cana



### É verdade que a cana-de-açúcar degenera o solo?

- Não, não é verdade. Tal mito não tem nenhum embasamento técnico ou científico. Antes de tudo, é bom que se esclareça que qualquer atividade agrícola degrada o solo se as técnicas agrônômicas corretas não forem aplicadas. Entre as principais culturas agrícolas, a cana é a que apresenta uma das mais baixas taxas de deterioração do solo, próxima à do milho.
- Graças às suas características botânicas, a cana é uma planta que tem alto poder de conservação do solo – por possuir um sistema radicular em cabeleira, bastante profundo, propicia a formação de um emaranhado de raízes no solo que auxilia a penetração e a dispersão da água das chuvas, assim como a agregação do solo. Esse conjunto de fatores diminui a erosão, a grande responsável pela degeneração das áreas plantadas.



- Além disso, utilizam-se as melhores práticas de controle da erosão exatamente no cultivo da cana. Tanto é que as lavouras são permanentes em um determinado local, isto é, uma vez instalada uma usina, ela ali fica por séculos, ao contrário de algumas culturas anuais, que são itinerantes justamente por degradarem o solo após alguns anos de cultivo.

### O aumento do cultivo da cana-de-açúcar no mundo, e especialmente no Brasil, não diminuirá a área destinada à plantação de alimentos?

- Não. Todos os estudos, tanto de órgãos oficiais quanto de empresas, mostram que a cana não compete com a produção de alimentos. Tomem-se, como exemplo, os dados de projeção para a safra 2018/2019 do Brasil. Até lá, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a cana se expandirá para 13 milhões de hectares, enquanto os grãos (milho, soja, trigo, arroz e feijão), ocuparão 54,55 milhões de hectares. As pastagens, a seu turno, passarão dos atuais 172 milhões para 162 milhões de hectares.
- Para compensar as áreas de pastagens perdidas, a pecuária está melhorando sua eficiência técnica, ou seja, aprimorando o cultivo de pastagens para abrigar maior número de cabeças de gado por área. Em termos mundiais, a expansão da cana se dará em poucas regiões, devido às condições climáticas. Apenas a América do Sul e a África podem obter significativa ampliação do plantio. Nesses continentes, convém mencionar que também a eficiência agrônômica deverá ser melhorada para se produzir tanto grãos como carne.
- Além do mais, como já foi dito, com o uso da biotecnologia é possível aumentar a produção na mesma área hoje destinada à cana.

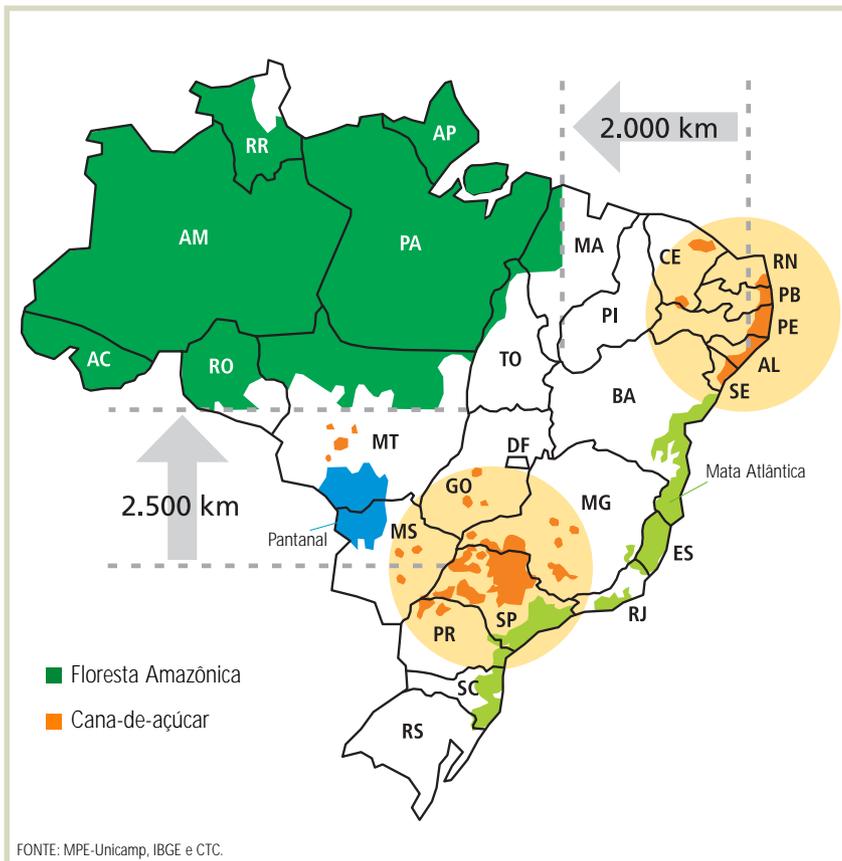
# A cana e a natureza

## O cultivo de cana na Amazônia pode aumentar a devastação da floresta?

- Segundo levantamento da Companhia Brasileira de Abastecimento (Conab), a área de cana cultivada no Amazonas e no Pará é de 15 mil hectares, o que representa apenas 0,05% do total de área desses dois Estados somados. Como a legislação brasileira não permite novos cultivos da planta nesses Estados e a grande expansão da cana ocorre nas Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul – ou nos Estados de Tocantins e Maranhão, em local distante da Floresta Amazônica –, não é correta a afirmação de que a cana aumentará a devastação da Amazônia (vide mapa).

- Vale ressaltar que as condições do solo e do clima na região amazônica não são propícias para o plantio da cultura da cana.

- A aplicação da biotecnologia na cana poderá aumentar a produtividade do cultivo numa mesma área, o que permitirá reduzir a pressão pela expansão das fronteiras do cultivo.



## A queima da cana não é uma ação altamente poluidora?

A queima da cana é uma ação certamente menos poluente que a queima de combustível fóssil pela frota de automóveis do País. Estudos mostram que um hectare queimado de cana libera o equivalente a menos de uma tonelada de CO<sub>2</sub>, enquanto a fotossíntese efetuada pela própria cana durante todo o seu ciclo de crescimento retira 15 toneladas do gás do meio ambiente, o que dá um balanço altamente positivo. Ainda assim, todo o esforço está sendo feito para a eliminação dessa prática. Gradualmente, o setor sucroalcooleiro, em consonância com as legislações ambientais, vem trabalhando nesse sentido. A Unica, representando a indústria paulista produtora de açúcar, etanol e bioeletricidade, e o

Governo do Estado de São Paulo, assinaram, no dia 4 de junho de 2007, o Protocolo Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro. Esse protocolo, de adesão voluntária, estabeleceu uma série de princípios e diretrizes técnicas, de natureza ambiental, a serem observadas pelas indústrias da cana-de-

açúcar. O acordo prevê que, em 2010, 70% da cana seja colhida sem queima, até chegar a 100% em 2014. Com a iniciativa, mais de 20% da área colhida no Estado de São Paulo na safra de 2008 já passou por processos que não envolvem a queima.

### Cronograma de eliminação da queima da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, segundo o Protocolo Agroambiental

Área mecanizável onde não se pode efetuar a queima da cana-de-açúcar	
Ano	Porcentagem de eliminação
2010	70% da queima eliminada
2014	Eliminação total da queima
Área não mecanizável, declividade superior a 12% e/ou com queima menor que 150 ha	
2010	30% da queima eliminada
2017	Eliminação total da queima

Fonte: Protocolo Agroambiental, 2007.



### **O mercado comprador dos produtos gerados pela cana pode ser resistente ao produto transgênico?**

- Dificilmente teríamos um mercado de etanol combustível com resistência ao produto transgênico. Não há justificativas ambientais nem econômicas que sustentem uma posição contrária à produção de cana transgênica para tal fim.
- Em relação ao açúcar, tanto aquele originado de planta convencional quanto o proveniente de plantas transgênicas vão apresentar composição idêntica, uma vez que o processo industrial degrada a proteína, até mesmo a que diferencia a planta transgênica da não transgênica. Vale lembrar que assim como os outros produtos geneticamente modificados, a cana transgênica só contará com aprovação para comercialização após preencher os requisitos de segurança ambiental e alimentar da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).

### **Quais as vantagens da cana transgênica?**

- A aplicação da engenharia genética nas culturas – pelo menos nos produtos de primeira geração – tem o objetivo de buscar um aumento da produtividade, direta ou indiretamente, que proporcione incremento na renda de toda a cadeia, a começar pelo produtor.
- Vantagens específicas da cana transgênica dependem da característica incorporada geneticamente à planta. Por exemplo, um gene que confere resistência à broca da cana-de-açúcar e a outras lagartas oferecerá ao produtor uma planta com menor necessidade de medidas de controle dessas pragas, sejam biológicas, sejam químicas.

cas, o que, por consequência, trará um ganho monetário muito significativo, além de benefícios ambientais muito grandes.

- Uma cana com maior teor de açúcar permitirá a produção de maior quantidade de açúcar e etanol nas mesmas áreas em que, tradicionalmente, a cultura é plantada.
- Já uma cana tolerante à seca poderia ser plantada em áreas de restrição hídrica, possibilitando o uso de locais hoje marginalizados. Ao mesmo tempo, permitiria melhor aproveitamento da água nas regiões em que é plantada atualmente.

### Quais os perigos da polinização (cruzamento) de cana transgênica para a convencional?

- Nas condições de cultivo da cana no Brasil, a polinização natural é raríssima, em razão da inexistência de condições climáticas favoráveis para tanto. Mais importante do que a possibilidade de polinização é a de produção de sementes e, depois, de sua germinação para o desenvolvimento de uma nova planta. Isso porque a cana é gerada pela multiplicação das gemas dos colmos, e não das sementes (que são originadas do pólen). Contudo, mesmo nesses casos, as condições climáticas são altamente desfavoráveis.



- Também em tais casos as condições climáticas são altamente desfavoráveis. Tanto é que não existem relatos de que uma nova variedade de cana tenha sido encontrada no campo como resultado desse processo. Ademais, os produtores procuram evitar o florescimento da planta, pois, quando isso ocorre, o teor de açúcar na cana – índice que serve de referência para a remuneração do agricultor – cai.

### A cana é natural do Brasil?

- Não, a cana é uma planta exótica oriunda de outra região do planeta, assim como outras importantes culturas para o setor agrícola brasileiro, a exemplo do milho, da laranja e do arroz. A planta vem do Sudeste Asiático e foi introduzida no País pelos portugueses, algum tempo após o descobrimento, da mesma forma como ocorreu em todo o continente americano e em muitos outros países tropicais.

## A cana e o etanol

### O crescimento da produção de etanol não tem sido exagerado?

- Não, até porque todo produto só é produzido se existe demanda. Assim tem sido com o etanol, em razão da demanda inter-

na. A fabricação dos carros flex-fuel foi, sem dúvida, um grande avanço, beneficiando os usuários, que, democraticamente, podem escolher o combustível que mais convém economicamente. Quanto mais etanol for produzido, mais barato ele ficará para o consumidor e, conseqüentemente, maior será sua vantagem em relação à gasolina. Tanto é que, no ano de 2008, a venda de etanol já suplantou em volume a de gasolina.

### O etanol polui menos do que a gasolina?

- Sem dúvida. A gasolina é uma das grandes contribuidoras para o aumento dos gases de efeito estufa porque libera na atmosfera o carbono que estava armazenado no subsolo. Um estudo realizado em 2009 pela Embrapa Agrobiologia mostrou que a substituição de gasolina por etanol reduz em 73% as emissões de CO<sub>2</sub>. É que cada hectare de cana diminui em 12 toneladas o volume de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

- Isso sem considerar todas as vantagens ambientais adicionais do uso do bagaço na geração de energia elétrica. Hoje, com o grande boom que houve no consumo de etanol devido à introdução dos carros flex, o benefício certamente é muito maior.



### **A cultura da cana-de-açúcar traz vantagens para o meio ambiente?**

- Sim, e por diversas razões. Uma delas é que as pesquisas realizadas sobre a emissão de gases de efeito estufa (GEE) indicam que o volume de carbono sequestrado da atmosfera e incorporado ao solo pelo sistema radicular da cana é da ordem de 3 a 5 toneladas de carbono por hectare ao ano.

- Além disso, a substituição paulatina de uma atividade (queima de combustíveis fósseis) por outra menos poluente (ampliação de cultivo de cana-de-açúcar e uso de etanol como combustível) gera um cenário ambientalmente mais atrativo, o que resulta na redução do efeito estufa.

- Como já explicado anteriormente, o etanol é muito menos poluidor do que a gasolina. Além disso, o produto proveniente da cana-de-açúcar é ambientalmente melhor do que o etanol produzido, por exemplo, com base no milho. A maior vantagem ambiental da cana-de-açúcar em relação ao milho ocorre pelo balanço energético das duas culturas, o qual corresponde à razão entre a energia liberada pela queima do etanol e a energia necessária para produzi-lo. Ou seja, para fabricar etanol proveniente do milho é ne-

cessário gastar muito mais energia, até mesmo energia fóssil poluidora do ambiente, do que para produzir etanol com o uso da cana-de-açúcar. Portanto, a contribuição do etanol de cana no combate ao efeito estufa é muito superior à opção de milho. Esse resultado ambiental positivo é amplamente conhecido, o que garantiu visibilidade internacional ao programa de etanol brasileiro.

### **O açúcar e o etanol obtidos de cana-de-açúcar transgênica oferecem perigo?**

- Não. O açúcar e o etanol de cana transgênica são idênticos aos produtos provenientes da cana convencional. Tanto o açúcar quanto o etanol são substâncias puras e, portanto, independentemente da sua origem, apresentarão as mesmas características físico-químicas, os mesmos riscos e os mesmos benefícios. Por exemplo, o açúcar que utilizamos no dia a dia é uma importante fonte de energia, mas se sabe que seu uso em excesso está relacionado a problemas de saúde. Esses riscos, assim como os benefícios, são inerentes ao açúcar, independentemente dele ter sido originado de cana-de-açúcar transgênica ou da convencional. Ou seja: não há nenhum risco adicional em consumir açúcar ou utilizar etanol obtido de cana transgênica.



- Além do fato de o açúcar e o etanol extraídos de cana transgênica serem tão seguros quanto os já existentes, as variedades de cana transgênica em si também só serão liberadas após a comprovação científica dessa segurança. Todas as variedades transgênicas, antes de serem autorizadas para comercialização, passam por rígidos testes de avaliação de segurança, que seguem padrões internacionais. Somente após a comprovação da segurança alimentar e ambiental é que a nova variedade recebe a autorização para ser comercializada. É importante ressaltar que as principais sociedades científicas do mundo declaram que os transgênicos já comercializados hoje em dia são tão seguros quanto seus equivalentes convencionais. Esse é o entendimento de renomadas instituições científicas, tais como a OMS, a FAO, a Academia de Ciências do Brasil, do México, do Terceiro Mundo e dos Estados Unidos, entre outras (Consensus Document, 2004; FAO, 2004; ICSU, 2003; The National Academy of Sciences, 2000; WHO, 2002).



#### SITES RELACIONADOS

Agência Internacional de Energia (IEA)  
<http://www.iea.org>

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)  
[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)  
<http://www.anp.gov.br>

Biocomb  
[www.biocomb.com.br](http://www.biocomb.com.br)

Centro Nacional de Referência em Biomassa  
<http://cenbio.iee.usp.br>

Centro de Tecnologia Canaveira (CTC)  
[www.ctc.com.br](http://www.ctc.com.br)

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea)  
[www.cepea.esalq.usp.br](http://www.cepea.esalq.usp.br)

Companhia Nacional de Abastecimento (Conab)  
[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)

Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB)  
[www.cib.org.br](http://www.cib.org.br)

Embrapa  
[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

Embrapa Agrobiologia  
[www.cnpab.embrapa.br](http://www.cnpab.embrapa.br)

Empresa de Pesquisa Energética  
[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP)  
[www.esalq.usp.br](http://www.esalq.usp.br)

Etanol Verde  
[www.etanolverde.com.br](http://www.etanolverde.com.br)

Food and Agriculture Organization (FAO)  
[www.fao.org](http://www.fao.org)

Genoma da Cana (Fapesp)  
<http://sucest.lad.dcc.unicamp.br/en>

Inovação Unicamp Etanol  
[www.inovacao.unicamp.br/etanol](http://www.inovacao.unicamp.br/etanol)

Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)  
[www.iac.sp.gov.br](http://www.iac.sp.gov.br)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)  
[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)

Instituto de Economia Agrícola  
[www.iea.sp.gov.br](http://www.iea.sp.gov.br)

Ministério da Agricultura (Mapa)  
[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)

Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)  
[www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br)

Ministério das Minas e Energia (MME)  
[www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)

National Academy of Sciences  
[www.nasonline.org](http://www.nasonline.org)

Núcleo de Biotecnologia da Univ. Federal do Espírito Santo (Ufes)  
[www.prpgg.ufes.br/biotecnologia](http://www.prpgg.ufes.br/biotecnologia)

Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (Orplana)  
[www.orplana.com.br](http://www.orplana.com.br)

Programa Etanol Verde  
[www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde](http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde)

Rede Interuniversitária para Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro  
[www.ridesa.com.br](http://www.ridesa.com.br)

União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica)  
[www.unica.com.br](http://www.unica.com.br)

União dos Produtores de Bioenergia  
[www.udop.com.br](http://www.udop.com.br)

Unesp – Universidade Estadual Paulista  
[www.unesp.br](http://www.unesp.br)

Unesp Jaboticabal  
[www.fcav.unesp.br](http://www.fcav.unesp.br)

Universidade de Campinas (Unicamp)  
[www.unicamp.br](http://www.unicamp.br)

WHO – World Health Organization  
[www.who.int](http://www.who.int)

