

# III

## *Sustentabilidade da base de produção agrícola*

A sustentabilidade interna de um sistema de produção agrícola exige, entre outras, a capacidade de responder a pragas e doenças da planta em questão e a variações climáticas periódicas. A idéia é que estas interferências não podem prejudicar seriamente o sistema de produção, a ponto de inviabilizá-lo.

Este conceito de sustentabilidade é essencial para o Brasil, que busca sua inserção maior nos mercados internacionais não só em açúcar, como também em etanol. No caso do etanol, o eventual comprador preocupa-se com suprimento confiável em longo prazo.

O problema das variações climáticas periódicas (não as devidas ao aquecimento global, tratadas no **Capítulo 4**) é normalmente visto no Brasil como relativamente “controlado” no caso da cana-de-açúcar, em função das áreas de produção estarem muito dispersas, até com épocas de produção diferenciadas (caso do Nordeste), em um território muito vasto e com diferenças regionais marcantes. De fato, a observação do histórico de produção da cana parece confirmar isto: nos últimos trinta anos, apenas uma vez houve uma quebra importante de produção; embora ela tenha sucedido a um ano de seca, parte da redução foi intencional (havia excesso de produto no mercado, e muitas usinas reduziram propositalmente a adubação e tratos culturais, reduzindo a produção de cana).

A capacidade de resposta a doenças e pragas é um dos pontos mais fortes da produção brasileira. O entendimento do problema no Brasil parte do princípio de que seria impossível (embora desejável) manter um rígido e eficiente sistema de barreira fitossanitária em um país com a extensão de fronteiras que temos. A resposta deve ser dada (além de quarentenas e barreiras) por um eficiente sistema de seleção e desenvolvimento de variedades resistentes e pelo uso adequado de grande número de variedades. Este sistema é mostrado no **Capítulo 10**.

## Capítulo 10: Variedades e proteção contra doenças e pragas

A sustentabilidade interna da produção agrícola da cana-de-açúcar deve incluir a capacidade de responder a pragas e doenças e a variações climáticas periódicas. A proteção contra pragas e doenças é considerada um ponto forte no País, baseando-se muito mais no suprimento contínuo de variedades resistentes do que em barreiras fitossanitárias. A cultura da cana no Brasil passou a contar com variedades desenvolvidas aqui em 1980, e hoje há cerca de 500 variedades em uso.

### 10.1 Introdução

Os programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar no Brasil iniciaram a oferta de variedades no início dos anos 1980. Hoje há quatro programas que cobrem as áreas de produção, com ênfase maior no Centro-Sul. Em todos os casos a busca de resistência a pragas e doenças é essencial, considerando-se a dificuldade de proteger com barreiras sanitárias a extensão territorial (e de fronteiras) do país.

As áreas de expansão tornam necessário repensar os programas para direcionamento específico, regional, em alguns casos; isto está sendo considerado.

A biotecnologia da cana no Brasil, com o desenvolvimento de variedades transgênicas, tem uma posição de vanguarda no mundo; a introdução destas variedades poderá ocorrer dentro de alguns anos.

### 10.2 O melhoramento genético convencional e a disponibilidade de variedades

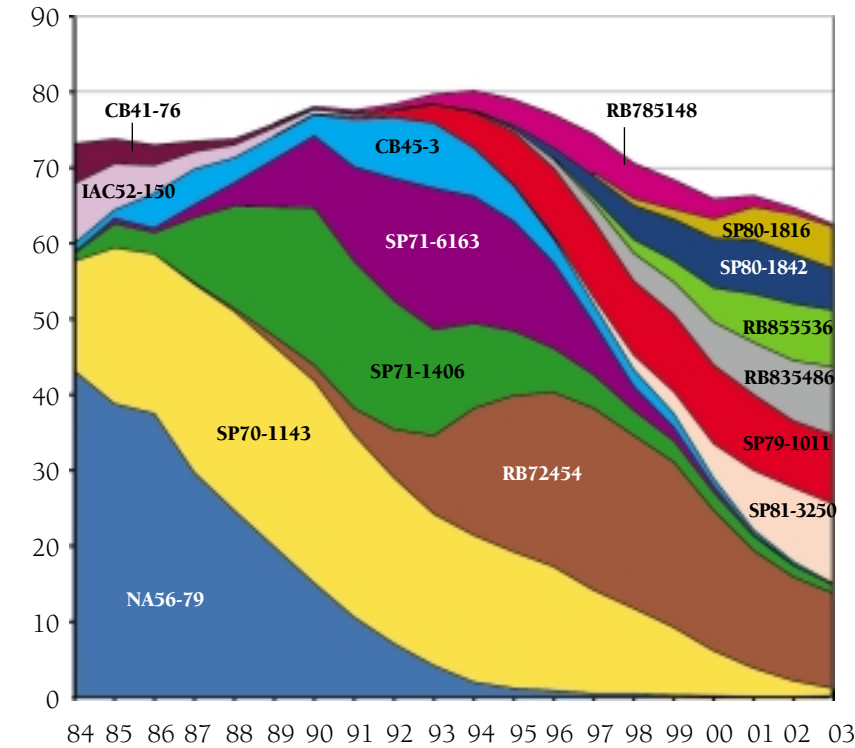
*William Lee Burnquist*  
Centro de Tecnologia Canavieira

*Marcos Guimarães de Andrade Landell*  
Instituto Agrônomo de Campinas

Do ponto de vista da sustentabilidade da produção, uma das questões que se coloca na agricultura é: o país possui hoje uma base genética adequada (suficiente) para o desenvolvimento contínuo de novas variedades, de modo a suprir as áreas produtoras e ter a certeza de que novas doenças ou pragas poderão ser controladas com perdas aceitáveis?

A cana-de-açúcar é cultivada em mais de 5 Mha no Brasil, nas 27 unidades da federação. No período de 1971 a 1997, a produção de cana-de-açúcar cresceu a uma taxa média de 5,5% ao ano, sendo que a área cresceu 3,9% ao ano e a produtividade 1,6% ao ano de forma relativamente uniforme. As taxas de incremento de produtividade, mesmo com a expansão para áreas menos favoráveis, podem ser atribuídas, em grande parte, à disponibilidade de variedades geneticamente melhoradas adaptadas a estas novas condições. Entre 1976 e 1994 (dados do PCTS, São Paulo), os ganhos totalizaram 1,4 kg de açúcar / t cana, a cada ano. Nesses últimos dez anos as novas variedades proporcionaram um novo avanço qualitativo.

**Figura 1** Ocupação percentual das principais variedades de cana-de-açúcar no Brasil de 1984 a 2003



São cultivadas no país mais de 500 variedades de cana-de-açúcar. Estas variedades foram produzidas principalmente por dois programas de melhoramento genético; o da Copersucar (variedades SP) e o da Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro-RIDESA (ex Planalsucar, com variedades RB). Um terceiro programa ativo, o do Instituto Agrônomo de Campinas, historicamente de grande importância para o setor, foi reestruturado e tem liberado algumas variedades promissoras.

Recentemente teve seu potencial ampliado inclusive em biotecnologia e avança rapidamente concentrando esforços na Região Centro-Sul. Independentemente, em 2004 foi constituída uma empresa privada, a Canavialis, para o desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar; esta empresa trabalha em conjunto com a Allelyx, que se dedica a variedades transgênicas. Portanto, o Brasil conta com duas empresas privadas e duas públicas para o melhoramento genético de variedades de cana.

Os dois programas de melhoramento mais ativos (SP e RB) foram estabelecidos em 1970 quando se cultivavam aproximadamente 1,5 milhão de hectares de cana-de-açúcar no país. Estes programas foram suficientes para atender a grande expansão da área a partir dessa época. A expansão dos anos 1970-80 se deu principalmente para regiões com condições edafoclimáticas menos favoráveis, e o desenvolvimento de variedades de cana adaptadas foi importante para que esta expansão tivesse sucesso. Durante esse período (décadas de 1970 e 1980) os programas estabeleceram uma ampla base física para o melhoramento genético convencional. O banco de germoplasma da Copersucar conta com mais de 3.000 genótipos incluindo uma ampla coleção de espécies “selvagens” como *Saccharum officinarum* (423 genótipos), *S. spontaneum* (187 genótipos) *S. robustum* (65 genótipos), *S. barberi* (61 genótipos) e *S. sinense* (32 genótipos) entre outras, espécies precursoras das modernas variedades de cana-de-açúcar e fontes da grande variabilidade genética encontrada no gênero. Seria de interesse para os diversos programas que o Brasil tivesse uma das coleções mundiais de germoplasma da cana-de-açúcar. Uma estação de quarentena privada (aprovada e fiscalizada pelo Ministério da Agricultura) processa anualmente quarenta novas variedades de diversos programas de melhoramento do mundo. Os programas de melhoramento contam com estações experimentais localizadas nas principais regiões canavieiras do país e complementam sua rede de estações com áreas cedidas por unidades produtoras.

O Brasil possui duas estações experimentais de hibridação, onde são realizados os cruzamentos: Camamu na Bahia, e Serra d'Ouro em Alagoas. Estima-se que, a cada ano, os programas de melhoramento brasileiros produzam 1.420.000 *seedlings*.

Um censo realizado em 260 unidades produtoras no país em 2003-2004 indica que das mais de 500 variedades de cana-de-açúcar utilizadas, 51 foram liberadas nos últimos dez anos; as vinte principais ocupam 80% da área; a mais utilizada, RB72454, ocupa somente 12,6%. Nota-se que, gradativamente, não só os “ciclos” de permanência das melhores variedades são cada vez menores, como elas coexistem em números maiores. Esta grande diversificação faz parte da estratégia de proteção contra novas pragas e doenças. De

fato, este aumento no número de variedades em uso vem crescendo ao longo dos últimos vinte anos, como visto na **Figura 1**. Em 1984, a introdução de uma nova doença à qual a variedade NA56-79 (principal variedade na época) fosse suscetível teria o potencial de destruir 42% da lavoura nacional. Já em 2003, a introdução de uma doença que afetasse a principal variedade cultivada (RB72454) poderia afetar apenas 12% dos canaviais.

Comparando com outros importantes centros de pesquisa de cana no mundo (Austrália, África do Sul, Colômbia, e Mauritius), pode-se afirmar que os programas de melhoramento genético brasileiros são mais prolíficos e o produtor brasileiro mais rápido para adotar novas variedades de cana-de-açúcar. Importantes epidemias foram controladas com a rápida substituição de variedades. Isso ocorreu com o carvão de cana (1980-1985), com a ferrugem (1987-1992) e o vírus do amarelecimento (1994-1997). Hoje, as principais variedades ocupam cada uma no máximo 10% a 15% da área total de cana em cada usina. Essa tem sido a principal defesa contra patógenos externos nas usinas brasileiras.

Não existe ainda uma eficiente contribuição da resistência varietal para minimizar as perdas causadas por algumas pragas: nematóides, cigarrinha da raiz, broca do colmo e migdolus.

Os programas de melhoramento genético também têm se mostrado eficientes para desenvolver variedades adaptadas a novas condições de manejo. Recentemente, no Estado de São Paulo, tem-se observado um aumento relativo do uso da colheita mecânica de cana crua sem queimar, o que proporciona uma condição biológica muito diferente à cultura. Não tem sido difícil selecionar variedades adaptadas a essas novas condições.

Considerando o sucesso dos programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar no passado e a ampla base física instalada, consideramos que o setor poderá contar com variedades adequadas para suportar com segurança a manutenção e futura expansão da cultura em qualquer condição edafoclimática do país. No entanto, alguns cuidados devem ser tomados. Por exemplo, a expansão para áreas ainda não visadas especificamente pelos principais programas deverá envolver novos investimentos.

O investimento nessa área de pesquisa (melhoramento genético convencional) totaliza, em São Paulo, cerca de R\$ 15 milhões / ano; possivelmente, no Brasil, R\$ 20 milhões / ano. Isto corresponde a 1,14 US\$ / ha cultivado anualmente; na Austrália, o BSES opera com cerca de 12 US\$ / ha cultivado, para gerar variedades; em Mauritius, 82,2 US\$ / ha. Em parte, este sub-investimento é compensado pelo envolvimento de dezenas de empresas do setor sucroalcooleiro nas fases finais de avaliação. Na situação atual de expansão (e

áreas relativamente novas) será necessário ampliar os recursos dos programas para manter o desempenho do passado, considerando ainda a interação com os programas de desenvolvimento de espécies transgênicas em curso.

### 10.3 Variedades transgênicas; situação atual e perspectivas

William Lee Burnquist  
Centro de Tecnologia Canavieira

Eugenio Ulian  
Centro de Tecnologia Canavieira

Tem sido observado um significativo desenvolvimento da biotecnologia de cana-de-açúcar no Brasil nos últimos dez anos. O país se destaca, juntamente com a Austrália e a África do Sul, no emprego desta moderna tecnologia nos programas de desenvolvimento de variedades.

O Centro de Tecnologia Copersucar foi pioneiro no Brasil na criação de variedades transgênicas de cana-de-açúcar em 1997, e tem sido muito ativo no plantio experimental dos resultados destas pesquisas. O CTC desenvolvia pesquisas na área de biologia molecular de cana desde 1990, quando liderou a formação de um acordo de cooperação formando o Consórcio Internacional de Biotecnologia de Cana-de-açúcar (ICSB), entidade que hoje congrega 17 instituições de 12 países produtores de cana. A Comissão Técnica de Biossegurança (CTNBio) do Ministério da Ciência e Tecnologia conferiu ao CTC o certificado de qualidade em biossegurança em 1997, possibilitando o cultivo, em área experimental restrita, de variedades resistentes a herbicidas, pragas, doenças e ao florescimento, obtidas por meio de modernas técnicas de biotecnologia. Estes materiais, em fase experimental, são importantes para avaliar o benefício e os impactos da biotecnologia da cana-de-açúcar.

Extremamente relevante foi o desenvolvimento do projeto Genoma Cana, financiado pela Copersucar e FAPESP. Esse projeto, desenvolvido de 2000 a 2003, mobilizou 200 pesquisadores de mais de 20 universidades e institutos de pesquisa do país para identificar os genes expressos em cana-de-açúcar. O projeto descreveu quase 300 mil seqüências genéticas expressas em cana que, analisadas, foram agrupadas em aproximadamente 40 mil genes. Neste patrimônio genético da cana foram descritos genes relacionados com resistência a doenças, resposta a estresse, metabolismo de nutrientes, metabolismo de carboidratos, fatores de transcrição, processo de

florescimento, entre outros. Alguns grupos de pesquisa já utilizam estes genes em programas de melhoramento genético. A continuidade do projeto Genoma da Cana tem suporte com recursos (também pelo CTC e FAPESP) do projeto de genoma funcional iniciado em 2004. Resultados preliminares são promissores para o desenvolvimento de variedades mais resistentes a pragas e doenças e alguns estresses importantes como seca e frio, que poderiam inclusive estimular a expansão da cultura em regiões hoje consideradas inaptas para a cana-de-açúcar. Recentemente outra empresa privada (Allelyx) iniciou trabalhos nesta área, com recursos importantes.

A genômica de cana no Brasil evolui também com estudos complementares, como o sequenciamento genético completo, em 2002, da *Leifsonia xylli*, um importante patógeno da cana-de-açúcar, por um grupo liderado pela ESALQ; isto permitirá que se entendam melhor as bases da interação entre a bactéria patogênica e a cana e desenvolver mecanismos para o controle desta doença. Mais recentemente, foi completado o sequenciamento genético da *Glucanacetobacter diazotrophicus*, uma bactéria que, associada à cana-de-açúcar, fixa nitrogênio atmosférico e poderia substituir parte do uso de adubos químicos nitrogenados. Com a informação genética obtida da bactéria, o grupo do Rio de Janeiro responsável por este projeto espera aumentar a eficiência do microorganismo.

Algumas indefinições e a complexidade da legislação brasileira que rege os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento de transgênicos têm sido o grande obstáculo para os pesquisadores na área. Para o plantio de um campo experimental de cana transgênica há necessidade da aprovação do projeto em órgãos de três ministérios: CTNBio, MCT; IBAMA, MMA e DDIV, MAPA. Cada um destes órgãos tem seus protocolos e exigências distintas, dependendo do tipo de transgênico a ser testado. O tempo necessário para se avaliarem as propostas de pesquisa em cada um dos ministérios tem inviabilizado alguns projetos. Além disso não há definição clara sobre o protocolo a ser seguido por empresas interessadas em registrar o produto transgênico para uso comercial.

Em termos de capacitação técnica o Brasil se coloca na vanguarda mundial da biotecnologia de cana; mas um grande esforço na área legislativa deve ser realizado para que o país se beneficie desta tecnologia nos próximos dez anos.

#### 10.4 Resumo e conclusões

- A sustentabilidade interna da produção agrícola da cana no Brasil deve incluir a capacidade de responder a pragas e doenças e a variações climáticas periódicas
- As condições de produção no Brasil, com sua diversidade de regiões e microclimas, têm demonstrado resposta adequada às variações periódicas do clima
- A proteção contra pragas e doenças é considerada um ponto forte da produção no Brasil: é baseada muito mais no suprimento contínuo de variedades de cana resistentes do que em barreiras fitossanitárias, propiciando aos produtores operar com grande diversificação.
- Há quatro programas de melhoramento genético de cana operando no Brasil (os dois maiores são privados); usam uma quarentena e duas estações de hibridação, com bancos de germoplasma. Trabalham com cerca de 1,5 milhão de *seedlings* por ano.
- Mais de 500 variedades são cultivadas hoje (51 liberadas nos últimos dez anos). As vinte principais ocupam 80% da área; mas a mais utilizada atinge apenas 12,6%. O grande aumento da diversificação nos últimos vinte anos promoveu grande segurança quanto à resistência contra doenças e pragas exógenas.
- O Brasil se destaca na biotecnologia da cana, tendo variedades transgênicas (não comerciais) desde meados dos anos 1990. Foi concluída em 2003 a identificação dos 40.000 genes da cana, em laboratórios brasileiros; há duas dezenas de grupos trabalhando no genoma funcional e já usando genes em programas de melhoramento genético (fases experimentais). Resultados comerciais podem surgir nos próximos cinco anos.
- Recomenda-se a ampliação de recursos para integrar adequadamente os bancos de germoplasma para todos os programas e para suportar desenvolvimentos específicos para as áreas de expansão.
- Deve ser continuado o esforço na área legislativa para facilitar o desenvolvimento da pesquisa biotecnológica nas suas fases finais.