



Mais alimento e florestas no ar

CARLOS FIORAVANTI

A atual safra de estudos sobre a cana-de-açúcar confere uma tarefa a mais para a planta usada para produzir o açúcar indispensável à maioria dos brasileiros e o álcool que atrai o olhar do mundo e move quase metade dos automóveis no país. A cana emerge agora como uma possibilidade de deter o aquecimento global: o contínuo acúmulo de gás carbônico (CO₂) na atmosfera, que tende a elevar a temperatura do planeta, é inquietante para a humanidade, mas ótimo para as plantas, entre elas a cana. O mesmo CO₂ que vemos como poluição é uma forma de adubo para as plantas. Portanto, a cana, outras culturas agrícolas e muitas espécies de árvores poderiam se beneficiar e crescer mais rapidamente em um ar mais poluído.

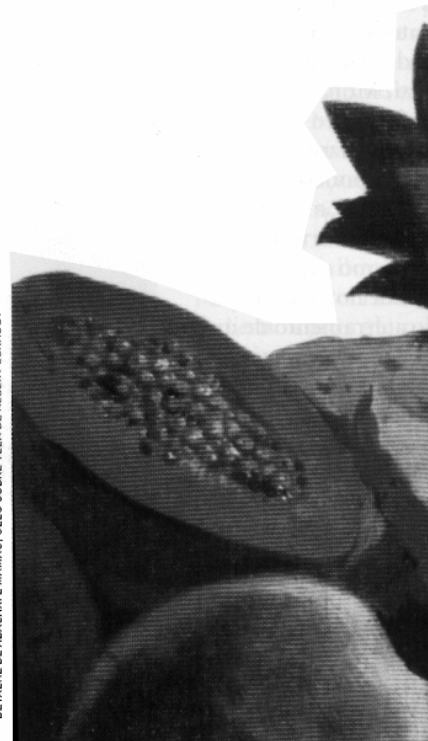
A bióloga Amanda Pereira de Souza trabalhou com cana durante 5 anos no Instituto de Botânica, na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e na Universidade de São Paulo (USP). Fez uma série de experimentos e, por fim, demonstrou que a cana mantida em um ambiente com o dobro da concentração atual de CO₂ realiza 30% a mais de fotossíntese e produz 30% mais de açúcar do que a que cresce sob a concentração normal de CO₂. Das câmaras que mantinham esse ar rico em gás carbônico saíram plantas também mais altas e mais encorpadas, com 40% a mais de biomassa. A soja e a batata apresentaram resultados próximos, em experimentos semelhantes. A conclusão que ganha força é que a maioria das outras plantas, incluindo as árvores, deve se beneficiar do provável excesso de gás carbônico, um dos ingredientes essenciais para ocorrer a fotossíntese, embora algumas mais do que outras (*ver tabela na próxima página*).

Os resultados poderiam representar uma vantagem para o Brasil, a Índia e a China, os maiores produtores de cana-de-açúcar, em um cenário de maior concentração de gás carbônico. Essa conclusão merece, porém, ser examinada com cautela para evitar que a expansão de canaviais como forma de limpar o ar e ao mesmo tempo de produzir riquezas. O papel dos canaviais para retirar gás carbônico do ar seria muito modesto, se comparado ao das florestas tropicais, alerta Marcos Buckeridge, botânico da USP e coordenador desse

experimento. Suas estimativas indicam que os canaviais de todo o país absorveriam apenas 1 milésimo dos 3 bilhões de toneladas de CO₂ liberados todo ano nas queimadas da Amazônia.

A soja, que ocupa uma área três vezes maior que a da cana, faz ainda mais fotossíntese e aproveita a água de modo ainda mais eficiente, quando submetida à mesma concentração de

DETALHE DE ABACAXI E MAMÃO. ÓLEO SOBRE TELA DE ALBERT ECKHOUT



Avidez das plantas por gás carbônico abre perspectivas de produzir mais alimento em menos espaço e de amenizar o aquecimento global

CO₂, de acordo com os experimentos coordenados por Carlos Martinez na USP de Ribeirão Preto. Segundo ele, as plantas com estruturas de armazenamento de açúcares – como a cana, a batata, o tomateiro, a soja e o milho – podem crescer até 40% com mais CO₂. “No entanto”, ressalta, “só o excesso de CO₂ não elevará a produtividade das plantas. As outras condições, como água,

nutrientes, luz e temperatura, também têm de ser favoráveis”. Dois especialistas em fisiologia de plantas, Jon Lloyd, da Inglaterra, e Graham Farquhar, da Austrália, alertam em um estudo recente para a possibilidade de a taxa de fotossíntese cair quando a temperatura ultrapassar 30° Celsius.

Até agora os experimentos foram feitos em laboratório: as plantas crescem

em vasos cercados por câmaras transparentes cilíndricas e de topo aberto, com bastante gás carbônico, água, luz e nutrientes. Falta testar em condições reais – em campo, quando as plantas se submetem a variações diárias de água e temperatura. Desde já parece certo, porém, que o excesso de CO₂ atmosférico deve alterar a biodiversidade e a composição das florestas. Espécies de



árvores pioneiras como o feijão-do-mato e a embaúba, as primeiras a ocuparem os novos espaços, tendem a crescer ainda mais rápido que as espécies definitivas e de vida mais longa como o jacarandá-da-baía e o jatobá. Por sinal, foi com o jatobá, em um estudo pioneiro, que Buckeridge demonstrou em 2001 que uma planta pode crescer mais e mais rapidamente sob concentrações mais elevadas de gás carbônico.

Esses e outros estudos feitos no Brasil e em outros países valorizam a cana-de-açúcar como fonte de etanol, um combustível verde e renovável, diferentemente dos de origem fóssil como o petróleo. O milho, a matéria-prima para o etanol nos Estados Unidos, até agora não se mostrou tão ávido por CO₂ quanto a cana. Além disso, saber que a cana cresce mais com mais gás carbônico tornaria possível obter o mesmo rendimento em metade da área plantada, aproveitando a outra metade para plantar feijão, arroz ou milho, por exemplo. “Podemos produzir mais e de modo sustentável”, acredita Buckeridge. Ele defende a idéia de um canavial com floresta: a área que deixaria de ser ocupada por cana poderia ser aproveitada com matas de uso sustentável, que ajudariam a gerar renda, a reter CO₂ e a deter os impactos ambientais da cana. “Por que não pensar também em como

usar o gás carbônico liberado nas dornas de fermentação da cana nas usinas para irrigar o canavial e aumentar a produtividade e o teor de açúcar?”

Os biólogos da USP, em conjunto com colegas da Unicamp, do Instituto de Botânica e de uma instituição privada, o Centro de Tecnologia Canavieira, verificaram que a cana capta não só mais CO₂, mas também mais luz, outro ingrediente essencial à fotossíntese. Em seguida, identificaram quatro genes associados à maior absorção da luz e dois que expandem a parede celular, que guarda quase metade do carbono obtido com a incorporação do CO₂.

Encontrar genes como esses não é nada trivial: a cana-de-açúcar, geneticamente, é bastante complexa. As variedades de cana hoje mais utilizadas para produzir açúcar, álcool, aguardente, caldo de cana e rapadura têm um número variável de cromossomos – de 100 a 130. Cada célula mantém pelo menos parte da herança genética das espécies originais, a *Sacharum spontaneum*, cujo número de cromossomos varia de 36 a 128, e a *Sacharum officinarum*, com 70 a 140 cromossomos. E cada cromossomo tem de seis a dez cópias – nem sempre iguais.

Não há mais por que se perder nesse labirinto. De 1999 a 2003, quase 250 pesquisadores de instituições paulistas,

pernambucanas e fluminenses trabalharam no Genoma Cana ou Sucest e identificaram 90% dos estimados 80 mil genes da cana, representados por 43 mil seqüências ativas de genes. “Conseguimos acompanhar passo a passo o desenvolvimento internacional em genética molecular de plantas”, observa Marie-Anne Van Sluys, pesquisadora da USP que participou do Sucest.

Genes úteis - Tanta informação sobre a genética da cana tem ajudado a validar e a orientar o melhoramento genético clássico, que começou no início do século em instituições como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e hoje corre também em universidades de todo o país. Em um artigo recente a equipe do Sucest apresenta os genes que podem ajudar a apurar características agrônômicas desejáveis, como teor de açúcar ou resistência a pragas ou a doenças, ou como potenciais identificadores moleculares para as características mais procuradas da cana; outro trabalho descreve os genes e os mecanismos bioquímicos por meio dos quais uma das variedades atuais de cana acumula sacarose. “Pela primeira vez”, diz Marie-Anne, “há um esforço conjunto de geneticistas, bioquímicos e agrônomos para identificar genes que possam acelerar a identificação de

Crescer e multiplicar-se

Cultivos agrícolas e espécies de árvores nativas sob concentração de CO₂ de 720 partes por milhão e condições ótimas de água e nutrientes

| | CANA-DE-AÇÚCAR | BATATA | SOJA | GUAPURUVU (<i>Schizolobium parahyba</i>) | EMBAÚBA (<i>Cecropia pachystachya</i>) | GUARANTÃ (<i>Esenbeckia leiocarpa</i>) | JACARANDÁ-DA-BAÍA (<i>Dalbergia nigra</i>) | JATOBÁ (<i>Hymenaea courbaril</i>) |
|---|----------------|--------|-------|---|---|---|---|---|
| Fotossíntese | +30% | + 55% | +78% | +52% | +50% | +30% | + 57% | + 75% |
| Eficiência de uso na água | +60% | +80% | +150% | + 89% | +90% | +84% | + 94 % | + 117% |
| Biomassa total | +40% | +36% | +25% | + 63% | +30% | +20% | + 20 % | + 24 % |
| Altura | +17% | +30% | +25% | + 3,2% | +10% | +15% | +0,6% | + 9,1% |
| Produção de caules/tubérculos ou sementes | +50% | +40% | +30% | ND | ND | ND | ND | ND |
| Respiração | -32% | +22% | ND | +9,5% | -10% | -30% | -3,6% | -31% |

ND= Não determinado

Fontes: Marcos Buckeridge e Carlos Martinez/USP

novas variedades e facilitar a seleção das plantas mais promissoras”.

Desse caminho de mão dupla entre geneticistas e melhoristas saem também as canas transgênicas ou modificadas geneticamente, com mais açúcar ou mais resistentes à seca, que poderiam aumentar a produtividade e conter a expansão sobre o Cerrado, uma das vegetações naturais que mais tem sido substituída pela agropecuária. Algumas dessas variedades experimentais já passaram pelo primeiro vestibular: os testes realizados em casas de vegetação de universidades ou de empresas de biotecnologia nacionais. Em um dos experimentos só passaram duas das 40 plantas que poderiam fornecer mais sacarose que as variedades em uso. Essas novas plantas vão agora

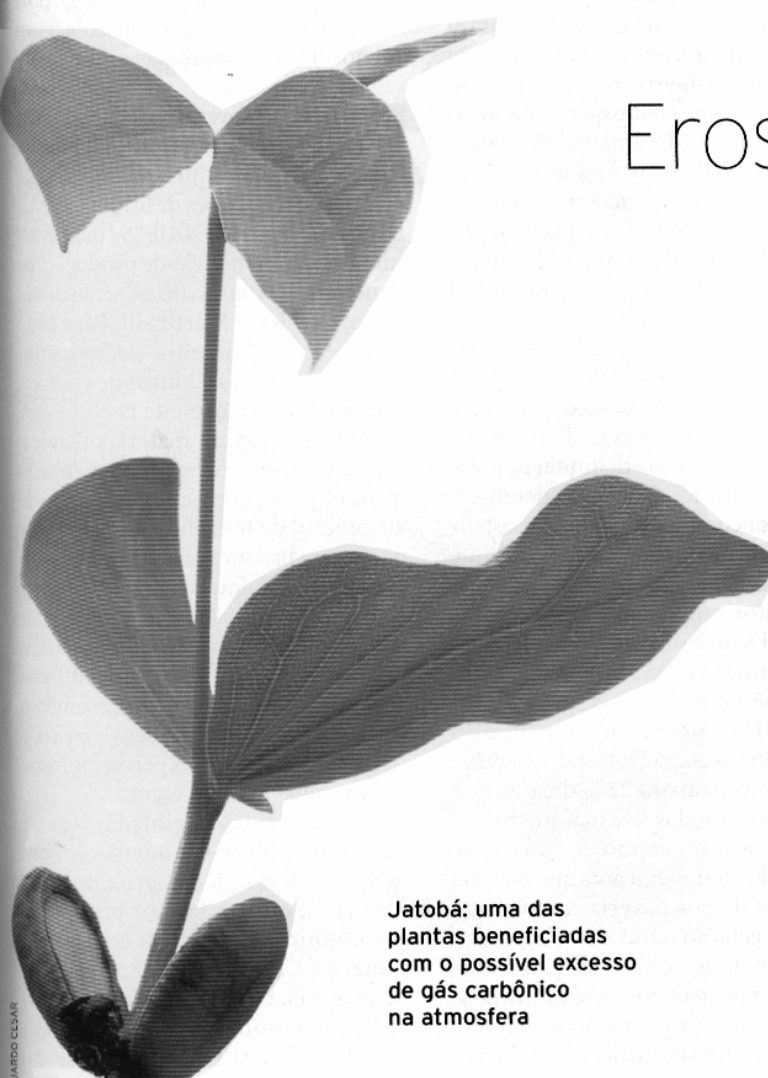
para a prova de fogo: os testes em campo, sob as variações de sol, chuva e umidade, além das pragas, a que as plantas se submetem normalmente. Mesmo os mais otimistas não apostam que esses experimentos em campo vão dar certo: até agora a maioria das plantas modificadas geneticamente decepciona quando chega às condições reais de plantio. Uma série de artigos e reportagens sobre genomas de plantas publicados na *Science* de 25 de abril (www.sciencemag.org/plantgenomes/) demonstra que nem sempre o otimismo é recompensado. O arroz geneticamente modificado para evitar cegueira e morte por falta de vitamina A em milhões de crianças continua uma promessa, quase 8 anos depois de ter aparecido na capa da *Time*.

Mesmo assim, o engenheiro agrícola e professor da Unicamp Luís Augusto Cortez não desanima fácil. Há 15 anos ele cultiva a idéia de extrair da cana muito mais do que açúcar e álcool. Insistiu e, com sua equipe, construiu uma planta piloto que transforma 200 quilos de bagaço em 80 quilos de óleo que poderia substituir o diesel em turbinas e caldeiras, entre outras aplicações, e 50 quilos de carvão que poderia servir como combustível ou aditivo de solo. Tanto a matéria-prima quanto os produtos finais são versáteis, já que o engenheiro químico Juan Pérez assegura que outros resíduos agrícolas, como o bagaço de laranja e serragem, poderiam ser usados no lugar da cana, com os mesmos resultados.

Erosão e poluição

A cana também produz controvérsias. Enquanto uma parte dos pesquisadores enfatiza os benefícios da cana-de-açúcar, outra alerta para um lado amargo: os impactos ambientais e sociais provocados por métodos de produção que pouco mudaram em quase 5 séculos, quando essa planta começou a ser cultivada no país. O interesse do mundo pelo etanol da cana motiva esse debate – sem questionar o fato de esse combustível ser hoje uma alternativa mais adequada que o petróleo – e pode acelerar a implantação de propostas e leis já à mão, que reduziriam os impactos da produção de açúcar e álcool.

“Do jeito como é produzido hoje, o etanol não é verde, mas cinza”, observa o agrônomo Luiz Antonio Martinelli, professor do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena) da USP e autor de um estudo de revisão sobre os impactos ambientais e sociais do cultivo da cana-de-açúcar no país. “Não podemos mais fazer usinas derrubando matas”, diz José Goldemberg, físico da USP que coordenou outro estudo de revisão, assim chamado por avaliar as tendências indicadas por dezenas de estudos anteriores. Goldemberg lembra que as primeiras usinas que se instalaram em pólos como Ribeirão Preto não estavam sujeitas a limitações ambientais. “Os proprietários atuais ainda reclamam, alegando que os avós deles não tinham essas restrições.”



Jatobá: uma das plantas beneficiadas com o possível excesso de gás carbônico na atmosfera

Preocupação com a redução dos impactos ambientais e sociais gerados pelas formas tradicionais do cultivo da cana volta à tona

Martinelli e Goldemberg mostram que os efeitos negativos do atual modo de produção de açúcar e álcool não se limitam à época da colheita, quando a fumaça das queimadas que antecedem o corte da cana agrava doenças respiratórias como a asma, principalmente em crianças e idosos. Outras repercussões são mais sutis e persistem por todo o ano: a erosão e compactação de solos, a poluição dos rios com fertilizantes e resíduos da produção de açúcar e álcool e a eliminação das florestas nativas que ajudam a estabilizar a temperatura e o abastecimento de água nas cidades.

Atenta às possibilidades de mudanças, a bioquímica da USP Gláucia de Souza diz que o Programa Bioenergia FAPESP (Bioen), que ela coordena e deve ser anunciado publicamente, deverá apoiar pesquisas sobre novas formas de reduzir os impactos do cultivo e do processamento industrial da cana. Segundo ela, os projetos de pesquisa em biomassa tentarão aumentar a produtividade da cana por hectare plantado e assim produzir mais sem ocupar mais terras.

“Temos de mudar de um modelo de produção que nos trouxe até aqui para um modelo ambientalmente sustentável, que utilize menos água e menos fertilizante, com mais cérebro do que força”, afirma Cortez, que coordena um projeto de políticas públicas em parceria com a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Apta) e a colaboração de universidades, empresas e institutos de pesquisa públicos e privados (os resumos de debates e estudos dessas e outras equipes podem ser encontrados em www.apta.sp.gov.br/cana). “Nosso objetivo é mostrar o que precisa ser estudado e feito.”

Enquanto corre o debate sobre o que fazer, empresários estrangeiros se aproximam dos canaviais: em abril, depois de norte-americanos e franceses, foi a vez de os ingleses anunciarem a compra de usinas produtoras de etanol no Brasil. Não são movimentos isolados porque

a produção de açúcar e álcool vive uma crescente desnacionalização: de 2006 para 2007 a participação estrangeira passou de 5,7% para 12% e somente no ano passado o Banco Central registrou investimentos de US\$ 6,5 bilhões nessa área, de acordo com um dossiê sobre o agronegócio sucroalcooleiro assinado pela socióloga Maria Aparecida de Moraes Silva, professora da Universidade Federal de São Carlos (UFScar) e da Universidade Estadual Paulista (Unesp).

Chegam também mais pressões por mudanças. Em maio, representantes da Comunidade Européia anunciaram que pretendem condicionar a compra de etanol brasileiro ao cumprimento de critérios ambientais e sociais aceitáveis. Fábio Feldmann, um dos coordenadores do Fórum Paulista de Mudanças Climáticas, acredita que o mercado internacional, em especial o europeu, deve motivar os produtores a batalharem pela certificação ambiental e social, hoje voluntária.

Não seria preciso criar muito para pôr mais ordem no canavial, porque já existem propostas, leis e soluções à mão. “Temos de fazer como o Mato Grosso do Sul, que é zonedar (delimitar as áreas a serem cultivadas)”, diz Goldemberg. Cortez concorda, embora note resistências: “Os próprios órgãos públicos que deveriam estar zelando pelo ambiente é que autorizam a instalação de novas usinas”. Definir onde pode e onde não pode plantar talvez ajudasse a conter a expansão dos canaviais sobre outros espaços. De acordo com um estudo do Cena e do Instituto Florestal, canaviais e pastagens ocupam 75% da área que margeia os rios das sete maiores bacias hidrográficas no estado de São Paulo. De acordo com a lei, a área que bordeja os cursos d’água deveria ser mantida com a vegetação natural.

“A produção pode se adequar às exigências ambientais por meio de medidas simples e do cumprimento de leis que já existem”, diz Martinelli. Quem quiser cumprir a lei restaurando a vegetação

original conta com abordagens diversas, algumas de eficácia já demonstrada (*ver Pesquisa FAPESP nº 144, de fevereiro de 2008*). E, relativamente aos ganhos gerados pela terra, não seria caro. Uma equipe da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) da USP desenvolveu uma dessas metodologias e estimou em R\$ 3.500 por hectare o custo de restauração da vegetação original. Esse valor equivale a menos de 10% da receita obtida com a agricultura e a indústria nas regiões drenadas pelas bacias dos rios Piracicaba e Mogi, dois extremos de ocupação agrícola, com menos de 20% das matas originais.

Em março o governo federal anunciou a intenção de investir R\$ 9 bilhões para ampliar a produção atual de etanol de 17,7 bilhões de litros para 23,3 bilhões de litros até 2010. “Se mantivermos o mesmo modelo de produção, os danos ambientais e sociais serão ainda maiores”, alerta Martinelli. Para cada litro de etanol, lembra ele, as usinas produzem de 10 a 12 litros de vinhaça, um resíduo marrom, de cheiro forte, corrosivo e rico em matéria orgânica. Portanto, quem enche o tanque com 50 litros de álcool consome o resultado de 40 minutos do trabalho de um cortador de cana e a produção de pelo menos 500 litros de um resíduo de destino incerto. “Poucas usinas têm capacidade para usar como fertilizante nos próprios canaviais toda vinhaça que produzem”, diz ele. “Quando os tanques de armazenamento se rompem e a vinhaça chega aos rios, o oxigênio cai a zero e os peixes morrem. É o mesmo efeito do esgoto.”

Na época das queimadas – entre novembro e abril – as interações nos hospitais das cidades próximas aos canaviais, motivadas por problemas respiratórios, triplicam, de acordo com Eduardo Cançado, da Faculdade de Medicina da USP. As partículas empurradas pelo vento e pela chuva podem transportar pesticidas. Um deles são os organoclorados, proibidos em 1985,



mas encontrados em 1997 em peixes da bacia do Piracicaba, segundo Martinelli e Fernando Lanças, da USP em São Carlos. Os organoclorados reapareceram em 2003 em riachos próximos a canaviais na região central do estado.

Os resultados dos levantamentos de Martinelli e de Goldemberg nem sempre coincidem: o primeiro concluiu que a cana utiliza de 80 a 100 quilos de nitrogênio como fertilizante por hectare por ano, enquanto o segundo sustenta que são 50. Ambos, porém, reconhecem que seria sensato aproveitar esse momento histórico de uma indústria já madura e de produtividade crescente para promover ajustes nos métodos de produção. De 1960 a 2007 a produtividade saltou de 45 para 75 toneladas de cana por hectare, em consequência do uso de melhores técnicas de cultivo e do melhoramento genético das variedades plantadas. O cortador de cana também está rendendo mais: em 1950 cortava em média 3 toneladas de cana por dia, chegou a 6 toneladas em 1980 e hoje passa o facão em 10 toneladas por dia. “Temos de encontrar alternativas mais dignas, que paguem mais e não prejudiquem a saúde”, propõe Cortez.

Ele sugere um olhar abrangente: o açúcar e o álcool como resultados de uma cadeia produtiva, merecendo mais, portanto, do que estudos focados em aspectos isolados do plantio ou da produção. Maria Moraes propõe uma abordagem ainda mais ampla. “Se não entendermos a situação do país, sempre ficaremos com conhecimento muito parcelado da realidade.” Em abril do ano passado ela passou muitas horas ouvindo os moradores dos bairros periféricos de Timbiras e Codó, duas cidades do Maranhão cercadas por florestas de babaçu. Seu objetivo era descobrir por que centenas de homens deixavam as famílias e viajavam três dias e três noites para cortar e puxar cana no interior paulista.

Maria Moraes descobriu que os homens migravam para São Paulo porque haviam sido expulsos de terras que cultivavam em municípios ainda mais distantes. Representantes de empresas que criam gado queimaram as roças de arroz, feijão e milho, as matas de babaçu, os animais de criação e as casas das famílias que moravam por lá. Depois os ameaçaram de morte caso não deixassem as terras de que não eram donos. Os 85 processos judiciais que ela consultou descrevem o que aconteceu, questionam a legitimidade das escrituras de posse da terra usadas como argumento para essas atitudes e relatam o esforço das famílias para voltar às terras que cultivavam. ■

