FOTO EDUARDO CESAR

Arruda, com clones do material genético da cana: trabalho conjunto de 28 grupos

viabilizam a fixação de dióxido de carbono, a síntese de amido e sacarose e o metabolismo de frutose e manose – processos vitais para a planta, que a tornam mais ou menos interessante do ponto de vista econômico. A base de dados do Genoma Cana ganha volume também com o trabalho dos pesquisadores Luís Camargo, do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, e Marie-Anne Van Sluis, do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências, ambos da USP.

Também contando as descobertas em mais de uma mão, Camargo e Marie-Anne encontraram dezenas de genes da cana homólogos (semelhantes) a outros, de outras espécies, que conferem resistência a bactérias, fungos e vermes nematóides. Por analogia com o material e os mecanismos genéticos de outras plantas, esses genes podem ser empregados como marcadores moleculares para o desenvolvimento de variedades de cana resistentes a pragas. O grupo da botânica da USP estuda também os retrotransposons, seqüências de DNA capazes de saltar de um local para outro no genoma e, em conseqüência, modificar a expressão gênica. Marie-Anne está admirada com a quantidade de retrotransposons expressos na cana, cujo estudo permitirá ao grupo entender melhor a natureza da variabilidade genética da cana.

A prioridade é a identificação dos genes ativos ou expressos, diretamente associados ao metabolismo da planta. São poucos. O genoma da cana pode ser tão vasto quanto o humano – recentemente redimensionado para 100 mil a 140 mil, pelo menos 20 mil a mais do que se imaginava – e os genes que interessam não passam de 5% do genoma de um organismo. Além do porte, o genoma da cana tem outra peculiaridade. Cada um de dez cromossomos (as imensas moléculas de DNA enoveladas, de tamanhos variados, que contêm os genes) repete-se oito vezes no núcleo das células. Pode tratar-se de um resultado da combinação de espécies, já que as variedades de cana utilizadas atualmente resultam do cruzamento de duas espécies, *Saccharum officiarum* e *Saccharum robustum*. Poucas espécies são assim. Na maioria dos animais e dos vegetais, há apenas um par de cada cromossomo.

Busca e checagem

Por essa razão, lembra o pesquisador da Unicamp, a quantidade e a variedade de genes a serem analisadas é essencial, porque cada tipo de célula vai expressar genes específicos. Numa célula da folha verde da cana, por exemplo, mais da metade dos genes expressos corresponde a não mais de dez proteínas envolvidas na fotossíntese. "Cada tipo celular produz em média 30 mil tipos diferentes de proteínas", diz Arruda. Entretanto, boa parte dos 30 mil compostos químicos produzidos pela raiz são diferentes dos 30 mil elaborados pelas folhas, por sua vez distintos dos 30 mil das flores e assim por diante. "Queremos localizar tudo o que é importante na cana-de-açúcar", comenta. O plano é identificar 10 mil genes ativos nos diversos tecidos da planta até o final do ano e 50 mil até o final do trabalho, em 2003.

Para chegar aos resultados pretendidos, o processo é longo. Arruda conta que o projeto segue em parte o modelo estabelecido para o projeto genoma da bactéria *Xylella fastidiosa*, que integra o Programa Genoma-FAPESP, mas algumas inovações procuraram tornar a estrutura mais ágil na análise das seqüências e no intercâmbio de informações e resultados entre os laboratórios. Para identificar os genes da cana, os pesquisadores se valem da técnica EST (*Expressed Sequence Tags* ou etiquetas de seqüências expressas), desenvolvida para estudar o genoma humano e utilizada atualmente para conhecer o genoma de dezenas de organismos, com destaque às plantas economicamente mais importantes, como arroz, milho, trigo e soja. A EST acelera as descobertas, por identificar apenas os trechos dos genes expressos, que codificam proteínas, fazendo uma filtragem razoável do que realmente interessa aos pesquisadores.

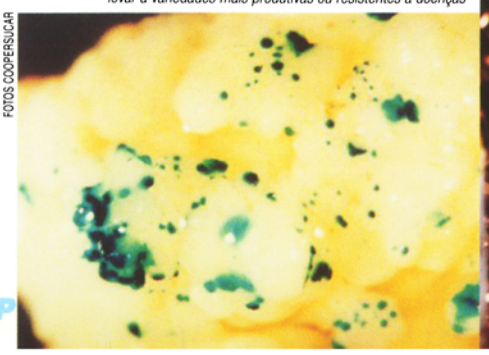
Inicialmente, no estudo do genoma da cana, os estudantes do CBMEG Edson Kemper, André Vettore e Felipe da Silva sintetizam moléculas de cDNA (DNA complementar) a partir de RNA

A etapa seguinte

O caminho de pesquisa do genoma da cana-de-açúcar mostra-se claro. Dia a dia, os mecanismos mais íntimos da planta tornam-se mais conhecidos. Mas, vencido o desafio de identificar os genes, impõe-se outro: como lidar com esses genes para fazer com que a cana-de-açúcar, além de açúcar, produza vitaminas, aminoácidos, enzimas de uso agroindustrial ou mesmo fármacos de uso humano? Arruda conta que, por exemplo, bastaria modificar uma das enzimas envolvidas na biossíntese de sacarose, um tipo de açúcar formado por glicose e frutose, para a cana produzir mais frutose, que poderia servir de alimento energético, como já se faz nos Estados Unidos, a partir de amido de milho.

Segundo ele, substâncias de alto valor nutritivo também poderão ser produzidas pela cana. Sua própria equipe está empenhada em verificar a possibilidade de desenvolver uma cana com maior teor de lisina, cuja síntese é controlada por duas enzimas produzidas pelos genes. Uma delas, a aspartato-kinase, já se encontra na base de dados do projeto. O gene que leva à formação da outra, a dihidropicolinato-sintetase, ainda não foi encontrado, mas Arruda confia que logo aparecerá. O plano da equipe é produzir uma pequena alteração nessas duas enzimas de tal forma que elas se expressem no colmo da cana e acumulem o aminoácido em quantidades significativas, permitindo a produção, por exemplo, de rapaduras mais nutritivas.

Produtos desse tipo têm interesse comercial, como indicam duas empresas norte-americanas que devem lançar em breve um milho com maior teor de lisina, esperando causar um impacto sem precedentes na alimentação animal. "Não vamos mudar a cana colocando genes estranhos à planta, mas alterando a expressão do gene, fazendo com que seja mais ou menos ativo, para produzir o que nos interessa", diz. "Se não fizermos isso agora, teremos que comprar essa tecnologia daqui a alguns anos."



FOTOS COOPERSUCAR

Perspectivas: estudos de transformação genética da cana (abaixo, cultura de células com o gene da glucuronidase, enzima atuante no metabolismo de sacarose), que podem levar a variedades mais produtivas ou resistentes a doenças