

# Eucalipto com gene de ervilha

*Parceria entre Esalq e Cia. Suzano  
elabora planta transgênica que deverá  
desenvolver maior quantidade de celulose*

SUZEL TUNES

**C**arlos Alberto Labate, professor do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), da Universidade de São Paulo (USP), e sua equipe de pesquisadores comemoram os primeiros resultados de um projeto iniciado há quase três anos: a produção de eucaliptos modificados com um gene de ervilha. A metodologia pioneira pretende obter árvores com maior biomassa e maior rendimento de celulose, o que interessa diretamente à Companhia Suzano de Papel e Celulose, parceira nesse projeto no âmbito do Programa Parceria para Inovação Tecnológica (PITE), da FAPESP. “Já temos as primeiras plantas transgênicas”, afirma Labate. “No momento, estamos avaliando essas plantas modificadas que contêm o gene *Lhcb1\*2* da ervilha (*Pisum sativum*).” A seu favor, ele conta com o próprio comportamento do objeto de sua pesquisa: o eucalipto tem a vantagem de crescer rapidamente e apresentar alta capacidade de brotação, o que permite obter um grande número de clones em pouco tempo. Nos experimentos, foram utilizadas a espécie *Eucalyptus grandis* e o híbrido *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*.

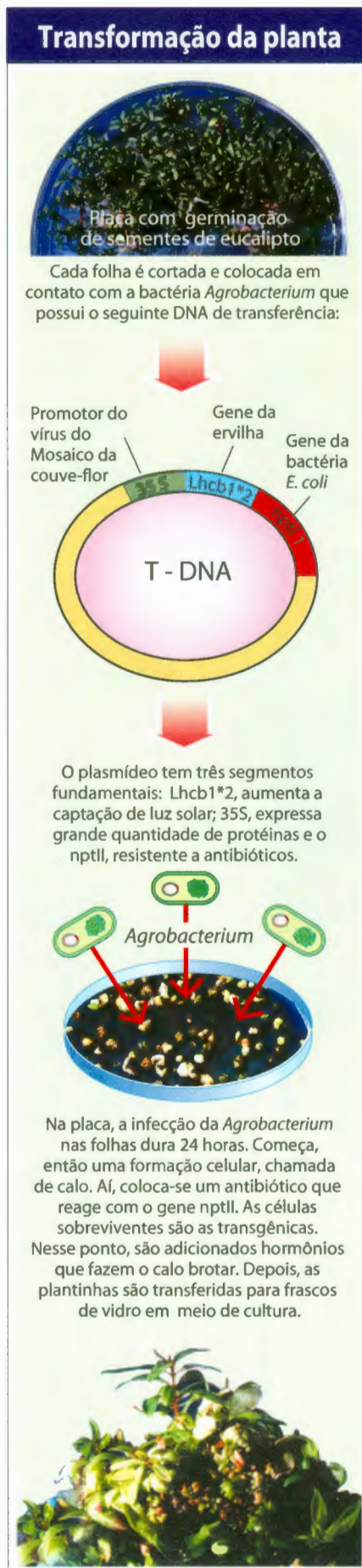
Labate explica que o projeto foi iniciado em junho de 1998 com duas metas básicas: a primeira, já concluída, era o desenvolvimento de uma tecnologia de transformação genética, que resultou na solicitação de uma patente da metodologia de transformação do eucalipto desenvolvida na Esalq. A outra meta é a melhoria do desempenho da planta. Para atingi-la, os passos seguintes são os testes em labo-



ratório e na casa-de-vegetação, onde as plantas crescem em ambiente controlado. Depois, os experimentos serão transferidos para testes no campo. A introdução da planta no processo produtivo deve ocorrer em cinco anos. Para atingir esse ponto, todas as fases do trabalho seguem as normas da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Nenhuma planta modificada geneticamente será introduzida no campo sem todas as autorizações aprovadas pela CTNBio (veja quadro na página 63).

**Sol e genes** - Os estudos realizados na Esalq se baseiam na introdução de um gene capaz de melhorar a captação de luz solar, via transformação genética, para aumentar a biomassa do eucalipto, gerando maior produção de celulose por árvore. A experiência de Labate começou tomando por base trabalhos anteriores realizados com o tabaco, que ele denomina de “sistema-modelo”, muito utilizado nos atuais estudos de genética. “Plantas transgênicas de tabaco e de petúnia apresentaram folhas mais largas e maior capacidade fotossintética em condições de baixa luminosidade”, explica o pesquisador. No futuro, outros genes podem se somar a esses, com funções que gerem resistência a pragas ou a condições climáticas adversas. “Poderemos até usar outros genes para alterar a qualidade da fibra da madeira”, almeja o pesquisador.

Os experimentos com tabaco e, agora, com o eucalipto utilizam a bactéria *Agrobacterium tumefaciens*, que funciona como um veículo para a transferência de genes. Ela possui a capacidade intrínseca de transferir parte de seu genoma, o T-DNA (DNA de transferência), localizado em um plasmídeo (fragmento de DNA circular de replicação autônoma), para o genoma da planta. O plasmídeo carrega três elementos fundamentais: o primeiro é o gene *Lhcb1\*2* da ervilha, responsável pela captação de luz e aumento de bio-



massa, também conhecido como gene CAB, sigla para *chlorophyll a/b binding protein*, nome da proteína que ele codifica. Os outros dois são a a região promotora 35S do vírus causador do mosaico da couve-flor, que tem a qualidade de expressar grande quantidade de proteínas o tempo todo, e o gene *nptII* isolado da bactéria *Escherichia coli*, que confere resistência a antibióticos. A bactéria infecta pedaços de folhas jovens e transfere a elas esses elementos.

Para saber se o método de transformação do eucalipto estava funcionando, os pesquisadores introduziram um marcador conhecido como gene repórter (*uidA*), também extraído da bactéria *Escherichia coli*, que codifica a enzima betaglucoronidase. O tecido vegetal transformado com esse gene fica azul quando submetido ao teste histológico (análise microscópica dos tecidos vegetais) de atividade dessa enzima, permitindo a visualização do resultado. Folhinhas com pontos azuis ao microscópio deram aos cientistas a certeza do sucesso da técnica.

**Dosagem certa** - O passo seguinte foi obter a regeneração de plantas a partir de diferentes estruturas vegetais do eucalipto, produzindo plantas que conterão os novos genes. A regeneração permite que a partir de um pedaço de folha, por exemplo, obtenha-se uma planta inteira, com raiz, caule e folhas. “Essa foi uma das etapas mais difíceis do projeto”, lembra Labate. Demorou quase dois anos. Era preciso encontrar a dosagem certa dos hormônios que fariam a regeneração. Durante esse tempo, foram testadas várias concentrações até a obtenção da dosagem ideal, que Labate guarda como segredo industrial.

As plantas que crescem a partir dessas folhas podem ser transgênicas ou não. Para fazer a seleção, os pesquisadores utilizam um antibiótico que inibe apenas o desenvolvimento das plantas não transformadas, uma vez que os eucaliptos modificados receberam o gene *nptII* que confere re-

ILUSTRAÇÃO DE SÍRIO J. B. CANÇADO SOBRE FOTOS DE SILVIO FERREIRA

sistência à droga. Não é tão simples quanto parece. “Às vezes, algumas células não transgênicas resistem, pois o eucalipto tem uma tolerância natural a determinados antibióticos e, por isso, estamos pesquisando formas mais eficientes de seleção”, adianta Labate. Selecionados, os eucaliptos transgênicos vão para as câmaras de crescimento com temperatura e luminosidade controladas,

em equipamentos novos adquiridos no Canadá, com recursos da parceria.

Agora é esperar as plantinhas crescerem. Segundo o professor, é necessário, como primeiro passo, analisar o desempenho fisiológico e as al-



CARLOS LABATE/ESALQ

Tecido vegetal com pontos azuis: prova do sucesso da nova técnica

terações na morfologia das plantas, como, por exemplo, comparar o tamanho da folha transgênica com a outra não transformada, originária da mesma planta matriz. “Um aumento da fotossíntese e da produtividade, já ocorrido nas experiências

realizadas com tabaco e petúnia, é o resultado que também esperamos com o eucalipto”, explica ele. Para a produção de celulose e papel, isso poderá significar mais biomassa, o que é fundamental para aumentar a competitividade do produto brasileiro nos mercados nacional e internacional.

**Sem pressa** - Hoje, o Brasil é o 7º produtor mundial de celulose – com a produção de 7,4 milhões de toneladas em 2000 – e o maior produtor de fibra curta (fibra de eucalipto) do mundo. Mas sabe que pode – e deve – ir além. A parceria entre a Esalq e a Suzano segue nesse sentido. Para isso contam com o financia-

## Legislação para os organismos transgênicos

Depois de reunir uma boa coleção de mudas geneticamente modificadas nas estufas, o próximo passo da pesquisa do professor Carlos Labate será avaliar as plantas no campo. Para essa etapa, será necessário requerer uma autorização da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia. A CTNBio é responsável por fazer cumprir a Lei 8.974, de janeiro de 1995 – a Lei de Biossegurança –, que estabelece as diretrizes para o controle das atividades e de produtos relacionados aos organismos geneticamente modificados (OGMs), como os produtos transgênicos. É uma comissão composta por 36 membros entre titulares e suplentes: oito especialistas em biotecnologia, representantes dos ministérios da Ciência e Tecnologia, Saúde, Meio Am-

biente, Educação, Relações Exteriores e Agricultura, além de representantes de órgãos de defesa do consumidor, do setor empresarial e de entidades de proteção à saúde do trabalhador.

Para orientar as instituições de pesquisa e as empresas quanto a critérios e procedimentos de biossegurança, a comissão publica, no *Diário Oficial da União*, instruções normativas que estabelecem as diretrizes técnicas para garantir a segurança desses produtos. Atualmente, existem 18 dessas instruções normativas. A nº 3 estabelece as normas para a liberação no meio ambiente de OGMs e é composta por um questionário técnico no qual o pesquisador dá informações detalhadas sobre o experimento, referências bibliográficas e experiências anteriores realizadas no Brasil ou em outros países. Se ne-

cessário, a CTNBio pode requerer a realização de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e de um Relatório de Impacto no Meio Ambiente (Rima).

Após uma apurada avaliação técnica, o organismo vegetal modificado é liberado para plantio, decisão que também é publicada no *Diário Oficial*. Mas esse ainda não é o último passo. Depois da análise de inúmeros ensaios realizados em campo é que a CTNBio emitirá um parecer a respeito da comercialização do produto, que também deverá atender às exigências estabelecidas pelos ministérios da Agricultura, Saúde e Meio Ambiente. O Brasil tem 130 instituições credenciadas para desenvolver pesquisas com OGMs. Nos últimos cinco anos, a CTNBio avaliou mais de 800 experimentos. Mais informações: [www.ctnbio.gov.br](http://www.ctnbio.gov.br).



SILVIO FERREIRA

### O PROJETO

*Aumento da Biomassa de Eucalipto pela Introdução do Gene CAB via Transformação Genética*

#### MODALIDADE

Parceria para Inovação Tecnológica (PITE)

#### COORDENADOR

CARLOS ALBERTO LABATE - USP

#### INVESTIMENTOS

R\$ 125.057,00  
e US\$ 163.791,76, da FAPESP,  
e R\$ 75.127,00, da Cia. Suzano

Labate: nova metodologia resultou em patente

mento a fundo perdido de R\$ 125 mil e US\$ 163 mil, da FAPESP, além de R\$ 83 mil em bolsas de estudo do Programa de Capacitação de Recursos Humanos para Áreas Estratégicas (Rhae) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A Cia. Suzano investe R\$ 75 mil e não espera retorno financeiro imediato, segundo o gerente da Divisão de Recursos Naturais, Osni Sanchez. “Não dá para ser imediatista. Nossa meta mais importante é a ampliação do conhecimento”, diz ele. E isso não é demagogia. A Suzano tem uma longa história de parceria com centros de pesquisa e sabe que o tempo de espera é plenamente recompensado.

Na década de 50, em parceria com a Universidade da Flórida, em Gainesville, Estados Unidos, a empresa apoiou pesquisas para o desenvolvimento da tecnologia de fabricação de papel com 100% de fibra de eucalipto, conquistando reconhecimento internacional pelo pioneirismo. A empresa foi também uma das sócias-fundadoras do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (Ipef), criado na década de 60 pela união de empresas florestais brasileiras e o Departamento de Ciências Florestais da Esalq para desenvolver novas técnicas

e promover o crescimento do setor. Os resultados não tardaram a surgir. “Na década de 70, a produção de eucalipto era de 25 estéreos (metro cúbico empilhado) por hectare/ano. Hoje são produzidos, em média, 60 estéreos. A melhora na produtividade nestes 30 anos deve-se às pesquisas de melhoramento genético e manejo de plantas”, reconhece Osni. Agora ele acredita que chegou o momento de outro grande salto, com a engenharia genética.

**Tecnologia estratégica** - O professor Carlos Labate conta que os primeiros contatos com a empresa foram feitos em 1997, quando o engenheiro agrônomo Shinitiro Oda, gerente de pesquisas da Suzano, esteve na Esalq para se informar sobre os avanços na área de engenharia genética. “Para a empresa, o desenvolvimento dessa

tecnologia é estratégico”, afirma Oda. “Existe uma corrida mundial nesse sentido. Da década de 70 para cá, o Brasil desenvolveu invejável tecnologia no setor florestal. Mas hoje enfrenta uma grande concorrente: a Ásia. Países como Malásia, Indonésia, Filipinas e China evoluem rapidamente nesse setor, beneficiados por uma política de incentivos fiscais – financiamentos com juros baixos e a longo prazo – que falta ao Brasil”, explica ele.

Mas não é só a Suzano que ganha com a parceria. Labate está entusiasmado com o dinamismo que a empresa injetou em seu laboratório na

Esalq. “Não deixei de fazer pesquisa básica”, alegra-se. “A empresa está interessada no domínio dessa tecnologia. Ela tem um departamento de pesquisa, mas seria um investimento muito alto equipá-lo.” A empresa adota assim um sistema de integração com a universidade, processo comum em países com maior produção científica e tecnológica. “A cobrança da empresa é intensa e com isso ganhamos muito

mais agilidade”, diz Labate. Hoje, o projeto conta com 11 integrantes, com dedicação exclusiva: três técnicos, um pós-doutor, um doutor, um mestrando e cinco alunos de iniciação científica. Além disso, o investimento permitiu a compra de novos equipamentos, como centrífugas, freezers e câmaras de crescimento controlado.

Segundo Labate, o vínculo com a empresa traz, ainda, outros benefícios à universidade. “O programa de inovação tecnológica dá a oportunidade de mostrarmos ao setor produtivo o potencial da universidade como parceira para o desenvolvimento tecnológico e geração de capital. E nós temos condições de criar uma massa crítica. Podemos ser, inclusive, o embrião para o desenvolvimento de futuras novas empresas”, acredita o pesquisador. •