

ENGENHARIA GENÉTICA COMO FERRAMENTA NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE SOJA ADAPTADAS A CENÁRIOS FUTUROS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS.

ALEXANDRE L. NEPOMUCENO¹, JOSÉ RENATO B. FARIAS¹,
LUANA H. SALINET², ADRIANA M. POLIZEL³, NORMAN NEUMAIER¹,
MAGDA A. BENEVENTI⁴, RENATA STOLF⁵, AMANDA A. P. ROLLA⁶

¹Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador A, Embrapa Soja, Cx.P. 231. 86001-970, Londrina-PR, jrenato@cnpso.embrapa.br; ²Eng. Agrônoma, Mestranda em Fisiologia e Bioquímica, ESALQ-USP, Piracicaba-SP; ³Bióloga, Mestre em Genética e Biologia Molecular, UEL, Londrina-PR; ⁴Doutoranda em Fitotecnia, UFRGS, Porto Alegre-RS; ⁵Doutoranda em Genética, UNESP, Jaboticabal-RS; ⁶Bióloga, Mestranda em Genética e Biologia Molecular, UEL, Londrina-PR.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia
02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju - SE

RESUMO: Mudanças climáticas, com aumentos significativos da temperatura, são apontados como certas num futuro bastante próximo. Aumentos da temperatura do ar terão reflexos diretos sobre o consumo hídrico das plantas. Para agravar, já nos últimos anos, tem-se verificado freqüentes quebras de safras na cultura da soja por ocorrência de secas, principalmente na região sul do Brasil. Vislumbrando o potencial do uso de plantas geneticamente modificadas (GM) como uma das ferramentas para buscar maior adaptação das culturas às mudanças climáticas, foram comparadas as respostas fisiológicas de genótipos de soja GM para maior tolerância à seca contra o mesmo genótipo não GM (isolínea convencional), sob condições de severa deficiência hídrica. Os resultados obtidos demonstraram que plantas geneticamente modificadas para maior tolerância à seca apresentaram maior capacidade para suportar períodos de deficiência hídrica do que plantas de sua isolínea convencional, merecendo ser considerada na busca de maior adaptação de culturas economicamente importantes aos futuros cenários de mudanças climáticas. Avaliações da mesma natureza, em condições reais de campo, devem ser conduzidas a fim de comprovar os resultados aqui obtidos.

PALAVRAS-CHAVE: transformação de plantas, seca, déficit hídrico.

GENETIC ENGINEERING AS TOOL TO DEVELOPMENT OF SOYBEAN PLANTS ADAPTED TO FUTURE SCENERIES OF CLIMATIC CHANGES

ABSTRACT: Climatic changes, with significant increases of the temperature, are pointed as certain in a close future. Air temperature increase has direct reflexes on the crop water consumption. In aggravation, in the last years, frequent losses in soybean crop production due occurrence of drought has been verified, mainly in the south of Brazil. Looking at the potential of crop transformation as one of the tools to improve crop adaptation to the climatic changes, the physiological responses of genetically modified (GM) soybean genotypes for drought tolerance were compared to a non transformed isoline (conventional), under conditions of severe water deficiency. The obtained results demonstrated that drought tolerant GM plants have larger capacity to support periods of water deficiency than the conventional isoline, deserving to be considered in the search of larger adaptation of economically important crops to the future sceneries of climatic changes. Evaluations of the same nature, at field conditions, should be conducted in order to confirm these results.

KEYWORDS: plant transformation, drought, water deficit.

INTRODUÇÃO: Nos últimos anos têm sido freqüentes as notícias a respeito dos impactos de cenários decorrentes das mudanças climáticas globais, nos quais aumentos de temperatura aparecem como certos. Além de outros efeitos fisiológicos, tais aumentos terão reflexos diretos sobre o consumo hídrico das plantas. Segundo SCHIERMEIR (2006), eventos de seca têm aumentado nas últimas décadas, provavelmente associadas às mudanças climáticas decorrentes do aquecimento do planeta. Quebras de rendimentos da soja por ocorrência de secas têm sido freqüentes nas últimas safras. O sul do Brasil, responsável por mais de 40% da produção nacional de soja, perdeu mais de 25% de sua produção nas safras de 03/04, 04/05 e 05/06 (FARIAS et al., 2005). Sendo a disponibilidade hídrica uma variável de produção fora da interferência direta do homem, a biotecnologia, com uso de modernas técnicas de transformação para a introdução de genes, facilita o desenvolvimento de variedades com maior tolerância à seca, minimizando os efeitos causados por déficits hídricos. Mecanismos de controle moleculares para tolerância a estresses abióticos são baseados na ativação e regulação de genes específicos envolvidos em toda seqüência de respostas ao estresse. Plantas modificadas para realçar a tolerância à seca são na maioria por manipulação de genes que protegem e mantêm o funcionamento e estrutura dos componentes celulares (WANG et al., 2003). Procurando verificar o potencial da transformação de plantas como uma das ferramentas para buscar maior adaptação das culturas às mudanças climáticas, foram avaliadas respostas fisiológicas de dois genótipos de soja, um geneticamente modificado para maior tolerância à seca e outro convencional, sob condições de severa deficiência hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS: O ensaio foi instalado na Embrapa Soja (CQB 2/97), em casa de vegetação com cobertura de vidro, em blocos casualizados, com quatro repetições e três vasos por repetição. Foram utilizados vasos com capacidade de seis litros de substrato formado por areia seca em solução nutritiva, contendo uma planta por vaso. Quando necessário, foi feito tratamento fitossanitário, seguindo às recomendações técnicas existentes. Foram utilizadas sementes de BR 16 não transformada (cultivar convencional) e de uma linhagem obtida da cultivar BR 16 (isolínea) transformada com uma construção gênica capaz de conferir maior tolerância à seca. As plantas foram submetidas, através de uma ou duas pesagens diárias, a duas condições de disponibilidade hídrica: umidade gravimétrica do solo (UG) de 15% ao longo de todo o ciclo e com déficit hídrico, reduzindo-se a UG para 5%, dos 32 aos 60 dias após semeadura (DAS) e, posteriormente, para 2,5% a partir dos 61 DAS. Além de avaliações visuais, foram ainda avaliadas a taxa e a eficiência fotossintética, a temperatura foliar, a condutância estomática e a taxa de transpiração, em doze datas distintas, utilizando-se sistema portátil de fotossíntese da LICOR, modelo LI-6400, no folíolo mediano do 3º trifólio, completamente expandido, no período compreendido entre nove e onze horas da manhã.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Plantas transformadas geneticamente (com construção gênica para maior tolerância à seca) e convencionais, após 21 dias submetidas à restrição hídrica (UG de 5 a 2,5%), foram comparadas visualmente (Figura 1). Verifica-se nitidamente o melhor aspecto das plantas transformadas e a antecipação do ciclo nas plantas não GM, comprovando o efeito da construção gênica utilizada no sentido de conferir às plantas maior tolerância ao déficit hídrico. Tal observação pode ainda ser reforçada pelos resultados obtidos

nas avaliações fisiológicas. A condutância estomática e as taxas fotossintética e transpiratória foram maiores no nível com maior disponibilidade hídrica (UG de 15%), ao longo de todo o período avaliado (Figuras 2 e 3). Verifica-se, também, que os valores de tais variáveis foram maiores nas plantas transformadas do que nas plantas da cultivar convencional (BR-16), praticamente em todas as avaliações. A partir dos 61 dias após a semeadura (DAS), quando as plantas sob déficit hídrico passaram a ser submetidas a UG de 2,5%, houve uma queda brusca da condutância estomática e das taxas fotossintética e transpiratória (Figuras 2 e 3). Nas últimas avaliações, quando as plantas encontravam-se em estádios mais avançados de desenvolvimento, verificou-se diferenças significativas entre as cultivares, pois provavelmente os efeitos do estresse tenham sido mais acentuados. A redução na taxa fotossintética, mesmo na condição de maior disponibilidade hídrica, pode indicar que a UG de 15% talvez tenha sido insuficiente para atender a demanda hídrica das plantas, principalmente, convencionais. As médias de condutância estomática (Figura 2) em plantas transformadas, sob déficit hídrico, mantiveram-se, em praticamente todas as avaliações, acima daquelas apresentadas pelas plantas convencionais ao longo de todo o ciclo. Essa maior condutância permitiu maior taxa transpiratória das plantas geneticamente modificadas em relação às convencionais, sob mesmas condições de limitações de água (Figura 2). A maior condutância estomática das plantas geneticamente modificadas proporcionou uma maior difusão de CO₂ para dentro do mesófilo das folhas, contribuindo assim para taxas fotossintéticas maiores durante todo o período (Figura 2). Na última avaliação, chama atenção a taxa fotossintética das plantas transformadas sob UG de 2,5% acima da observada nas plantas convencionais, mesmo sob 15% de UG. A eficiência fotossintética das plantas transformadas também se posicionou em níveis médios superiores aos das plantas convencionais, principalmente nas avaliações finais sob menor disponibilidade hídrica (Figura 3). A diferença entre as médias de taxa e eficiência fotossintéticas dos dois tratamentos sob estresse foi crescente conforme se atingiam estádios mais avançados de maturidade, sendo bastante evidenciado nas três últimas análises, talvez pelo efeito aditivo resultante do prolongado período sob condições de restrição hídrica ou pela antecipação da senescência das folhas nas plantas não geneticamente modificadas. As informações geradas neste trabalho basearam-se exclusivamente em estudos conduzidos em casa de vegetação, com contenção. Avaliações da mesma natureza, em condições reais de campo, devem ser conduzidas a fim de comprovar os resultados obtidos.

CONCLUSÕES: A transformação de plantas, com genes ou construções gênicas que conferem maior tolerância à seca, parece ter excelente potencial na busca de maior adaptação de culturas economicamente importantes aos futuros cenários de mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N.; TOBITA, S; ALMEIDA, I.R. Restrições da disponibilidade hídrica à obtenção de elevados rendimentos de grãos de soja. In: CONGRESO DE SOJA DEL MERCOSUR, 3 - MERCOSOJA 2006, 2006, Rosario, Argentina. **Soja Sudamericana - Liderando el porvenir**. ACSOJA - Asociación de la Cadena de Soja Argentina, 2006. p. 65-67.

SCHIERMEIER, Q. The costs of global warming. *Nature*, 439:374-375. 2006.

WANG, W.; VINOCCUR, B.; ALTMAN, A. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. **Planta**, v. 218, p. 1-14, 2003.

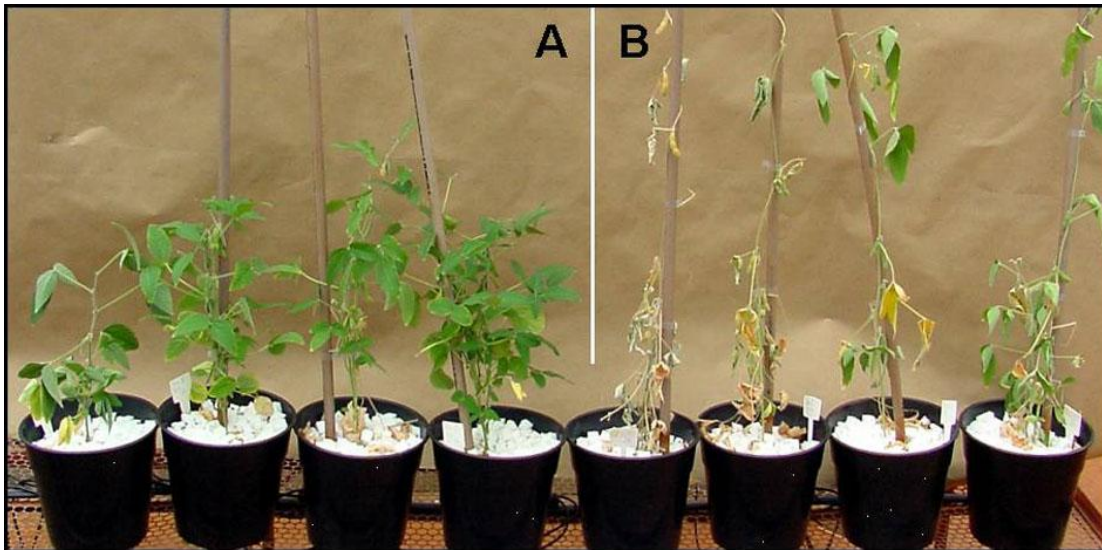


Figura 1: Aspecto de plantas geneticamente modificadas para maior tolerância à seca (A) e suas isolíneas convencionais (B), submetidas à umidade gravimétrica do solo de 5 a 2,5%.

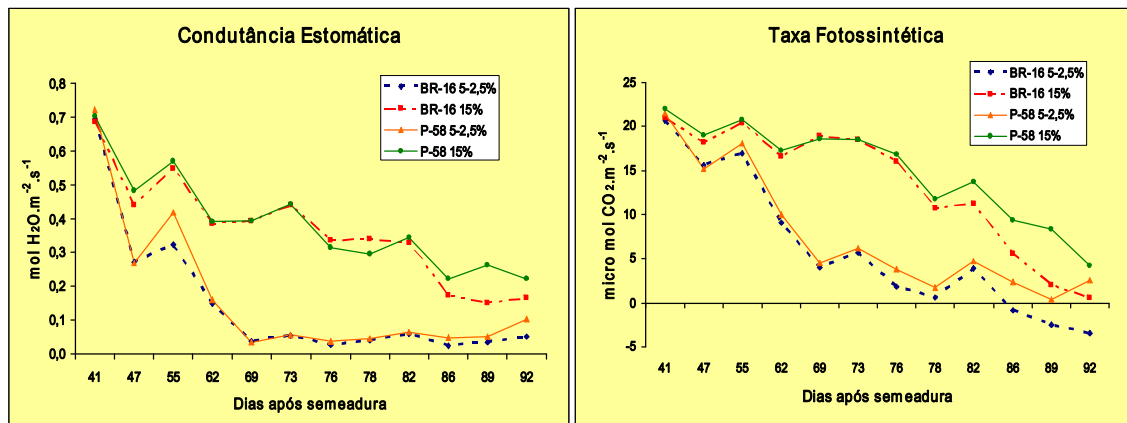


Figura 2: Condutância estomática e taxa fotossintética observadas ao longo do período de diferenciação hídrica, em plantas transformadas para maior tolerância à seca e convencionais da cultivar BR 16, sob dois níveis de umidade gravimétrica no solo (UG) (5-2,5 e 15%).

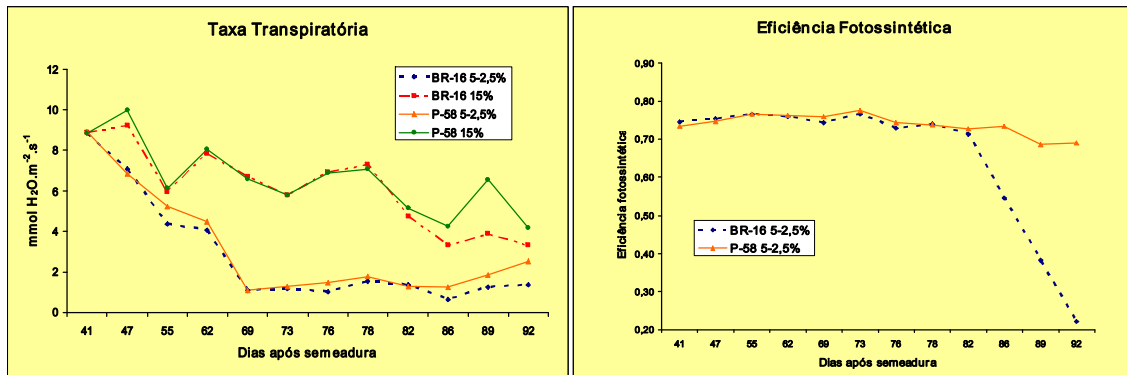


Figura 3: Taxa transpiratória e eficiência fotossintética observada ao longo do período de diferenciação hídrica, em plantas transformadas para maior tolerância à seca e convencionais da cultivar BR 16, sob dois níveis de umidade gravimétrica no solo (UG) (5-2,5 e 15%).