

SOJA

SELEÇÃO E ADAPTAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA AO CULTIVO EM TERRAS BAIXAS: O EXEMPLO DO SUL DO BRASIL

C. Lange¹

O cultivo de soja em terras baixas no Estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil, não é uma atividade recente. Desde a década de 1940 havia interesse no cultivo desta oleaginosa visando, principalmente, a rotação de culturas com o arroz irrigado, espécie de cultivo preferencial nos solos hidromórficos (de origem sedimentar) localizados em baixas altitudes, que representam mais de 3 milhões de hectares na metade sul do Estado.

Os resultados instáveis de rendimento de grãos de soja nestas terras baixas, no entanto, desencorajaram por décadas a adoção em maior escala desta rotação pelos orizicultores. Esta instabilidade de resultados esteve sempre associada primeiramente à ocorrência de períodos de excesso hídrico no solo, decorrente da dificuldade de drenagem dos solos de origem sedimentar, planos e alocados em cotas muito baixas, sendo este o primeiro grande desafio a ser suplantado na adaptação do cultivo da espécie às terras baixas. O enfrentamento e mitigação deste estresse pela adoção de um sistema de drenagem mais eficiente e pelo uso de cultivares mais tolerantes ao encharcamento do solo foi a solução para o crescimento da rotação arroz irrigado-soja no Rio Grande do Sul.

Tradicionalmente os programas de melhoramento de soja brasileiros estão alocados nas zonas tradicionais de cultivo desta espécie, as quais se caracterizam por apresentarem solos profundos, bem estruturados e drenados, contrastando com os solos que se encontram nas terras baixas em questão. Em consequência, o germoplasma brasileiro de soja não vinha sendo selecionado nem direta nem indiretamente para a tolerância genética a este estresse. Em consequência, o germoplasma de soja, embora apresente variabilidade genética para a tolerância ao excesso hídrico, detém níveis de tolerância relativamente baixos.

O excesso hídrico em plantas resulta em um estresse cujo principal componente advém da deficiência de oxigênio que as raízes ficam submetidas em um solo saturado ou inundado. Nesta condição de hipóxia a respiração celular é afetada, com inibição do Ciclo de Krebs e manutenção apenas parcial da glicólise, resultando em redução de geração de energia química para a manutenção do metabolismo celular e no forte consumo de fotoassimilados para compensar a redução da formação de energia com a paralisação quase total do processo de respiração (Thomas & Sodek, 2014). Em consequência, mesmos períodos bastante curtos de hipóxia causados pelo excesso hídrico resultam em perdas significativas do potencial produtivo da lavoura.

A tolerância à hipóxia é conferida por muitos genes com efeito restrito na expressão final da característica, de herança quantitativa complexa e baixa herdabilidade (Vantoi *et al.* 2001; Reyna *et al.* 2003; Cornelius *et al.* 2006), sendo amplamente aceito que o germoplasma de soja proveniente de países da Ásia, berço da cultura, apresenta uma maior frequência de alelos positivos para a característica na espécie (Van Toai *et al.* 2001). Entretanto, os genótipos asiáticos que detêm maior tolerância ao excesso hídrico apresentam uma série de características indesejáveis em cultivares comerciais (Lange *et al.* 2011), sendo muito provável que o uso destes como fonte de tolerância ao excesso hídrico em programas de melhoramento produza resultados apenas a longo prazo. Em curto e médio prazo, o aumento da tolerância deve se valer de genitores adaptados e com características comerciais aceitáveis. Neste sentido, é esperado que o melhoramento genético para esta característica seja eficiente, mas os progressos esperados, embora cumulativos, devem ser lentos, visto se tratar de uma característica de difícil avaliação fenotípica em função dos inúmeros fatores de ambiente que afetam sua expressão (Sullivan *et al.* 2001; Setter & Waters, 2003).

A caracterização do grau de tolerância de genótipos de soja ao excesso hídrico é realizada em testes específicos e bastante severos, que consistem em cultivar diferentes genótipos em solos de várzea em condições de boa drenagem até uma determinada fase do desenvolvimento das plantas, quando é

¹ Dr. em Fitotecnia. Oryza & Soy Pesquisa e Consultoria Agrícola Ltda claudia.e.lange@gmail.com

realizado um tratamento de excesso hídrico imposto por inundação do solo. A inundação é mantida pelo tempo necessário para que haja reação diferencial dos genótipos, quando então a área é drenada e os genótipos são avaliados para a tolerância através de uma escala visual de acordo com o grau de danos que as plantas apresentam (Cornelius *et al.* 2006).

Um segundo fator envolvido na instabilidade de rendimento da soja em terras baixas é o estresse abiótico diametralmente oposto ao excesso hídrico, ou seja, a deficiência hídrica. Isto por que estes mesmos solos propensos ao excesso hídrico caracterizam-se por apresentar baixa capacidade de infiltração e armazenamento de água devido à textura, à falta de estrutura física decorrente do manejo de solo e de irrigação para o cultivo do arroz irrigado por inundação, e, em muitos casos, pela pouca profundidade do solo disponível para a exploração das raízes das plantas. A irrigação da soja aproveitando a infraestrutura estabelecida do cultivo do arroz é um grande potencial das terras baixas, sendo que a irrigação por sulco ou por banhos são formas econômicas de suplementação hídrica e praticamente exclusiva deste ambiente. O desenvolvimento deste tipo de irrigação para o cultivo de soja, entretanto, irá se apoiar fortemente no conhecimento do grau de tolerância ao excesso hídrico das cultivares, uma vez que o processo de irrigação muito frequentemente induz ao excesso hídrico por períodos de alguns dias.

O ciclo (grupo de maturação relativa) é outra característica adaptativa de importância para o sucesso do cultivo de soja em terras baixas. Ao longo de várias décadas o entendimento era de que cultivares de ciclo mais longo ofereciam maior estabilidade produtiva. Sem dúvida, ciclo mais alongado oferece maior oportunidade de recuperação a plantas impactadas negativamente por estresses, incluindo o de excesso hídrico. Entretanto as lavouras com genótipos de ciclos mais longos também maturam e tem colheita mais tarde no período de outono, o qual, muito frequentemente, torna-se demasiadamente úmido e com poucas oportunidades para que a colheita seja realizada. Em consequência, o cultivo de variedades tardias apresenta riscos majorados de perdas de colheita, além de a lavoura ficar mais tempo exposta ao ataque de pragas e de moléstias, cujas populações aumentam na medida em que as semanas de outono avançam.

Assim, a limitação de ciclo de maturação para o cultivo de soja em terras baixas é uma medida que visa reduzir os riscos de perdas. Atualmente buscam-se genótipos cujo ciclo total se complete em torno de 130 dias. Entretanto cultivares de ciclo mais curto podem ser cultivadas com sucesso, desde que as condições de ambiente e manejo sejam favoráveis ao desenvolvimento das plantas: época de semeadura preferencial, correção de pH do solo, ausência de limitação de nutrientes através de adequada fertilização, além de tratos fitossanitários que minimizem competição de plantas daninhas, e os danos causados por pragas e moléstias.

Entre as moléstias a que a soja está sujeita quando cultivada em terras baixas, a podridão de caule causada por *Phytophthora sojae* desponta como um grande desafio para a pesquisa em fitopatologia e o melhoramento. Trata-se de um fungo muito adaptado às condições de excesso hídrico, que se beneficia muito da água livre no solo, pois seus esporos apresentam flagelos que facilitam a sua locomoção até os hospedeiros. Existem genes de resistência no germoplasma de soja, porém o patógeno apresenta uma alta variabilidade e uma incrível habilidade em acumular genes de virulência, quebrando a resistência dos genótipos de soja (Costamillan *et al.* 2013). O controle efetivo desta moléstia implica no uso de genes de resistência a raças específicas, resistência parcial que é raça não específica e conferida por inúmeros genes de efeito menor sobre a resistência, e tratamento de sementes com fungicida eficiente no controle do patógeno.

BIBLIOGRAFÍA

CORNELIUS, B.; CHEN, P.; HOU, A.; SHI, A.; SHANNON, J.G. 2006. Yield potential and waterlogging tolerance of selected near-isogenic lines and recombinant inbred lines from two southern soybean populations. *Journal of Crop Improvement*, v. 16 (1/2) p.97 –111.

COSTAMILAN, L.M; CLEBSCH, C.C.; SOARES, R.M.; SEIXAS, C.D.S.; GODOY, C.V.; DORRANCE, A.E. 2013. Pathogenic diversity of *Phytophthora sojae* pathotypes from Brazil. *European Journal of Plant Pathology*, v. 135. p. 845–853.

LANGE, C.E.; VEDELAGO, A.; MARCOLIN, E; OLIVEIRA, K.I; SILVA, S. 2011. Desempenho de soja em solo de várzea cultivado com arroz irrigado por 16 anos sob plantio direto, cultivo mínimo e sistema pré-germinado. In: Congresso Brasileiro do Arroz Irrigado, VIII, 2011, Camboriú-SC. Anais ... p. 271-274.

REYNA, N.; CORNELIOUS, B.; SHANNON, J.G.; SNELLER, C.H. 2003. Evaluation of a qtl for waterlogging tolerance in southern soybean germplasm. *Crop Science*, v. 43, p. 2077-2082.

SETTER, T.L.; WATERS, I. 2003. Review of prospects for germplasm improvement for waterlogging tolerance in wheat, barley and oats. *Plant and Soil*, v.253, p.1-34.

SULLIVAN, M.; VANTOAI, T.; FAUSEY, N.; BEUERLEIN, J.; PARKINSON, R.; SOBOYEJO, A. 2001. Evaluating on-farm flooding impacts on soybean. *Crop Science*, v.41, p.93-100.

THOMAS, A.L.; SODEK, L. 2014. **Adaptações fisiológicas da soja ao excesso de umidade no solo.** In: **THOMAS, A.L.; LANGE, C.E.** (organizadores). *Soja em solos de várzea do sul do Brasil*. Evangraf: Porto Alegre, RS, Brasil. 128 p. : il.

VANTOAI, T.T.; ST. MARTIN, S.K.; CHASE, K.; BORU, G. ; SCHNIPKE, V.; SCHMITTHENNER, A.F.; LARK, K.G. *et al.* 2001. Identification of a QTL associated with tolerance of soybean to soil waterlogging. *Crop Science*, v.41, p.1247-1252.