

Indução de perfilhamento em milho via estresse hídrico

Paulo C. Magalhães¹, Fabrício J. Pereira², José M. Waquil³, Thiago C. Souza²e Leandro de O. Lino²

¹ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, Caixa Postal 151, CEP 37701-970. E-mail: pcesar@cnpmc.embrapa.br

² Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biologia, Setor de Fisiologia Vegetal, Campus Universitário, Lavras-MG, Caixa Postal 37, CEP 37200-000. E-mail: fjprock@hotmail.com

³ Pesquisador aposentado Embrapa Milho e Sorgo/Bolsista CNPq/RIT DA

Palavras-chave: *Zea mays* L., adaptações morfológicas, tolerância à seca, BRS 1030, Pionner 30F54.

Introdução

A característica de perfilhamento foi removida pela seleção genética do milho com a preocupação de que os perfilhos atuassem como um dreno competidor e, com isso, a produção de grãos fosse prejudicada (SANGOI et al., 2009a). Algumas espécies da família Poaceae como o arroz e o trigo exibem perfilhamento e alguns autores o consideram benéfico para a produção (SCHWEITZER et al., 2009; SANGOI et al., 2009b).

O perfilhamento pode ser estimulado por diferentes fatores como a menor densidade de plantas, o maior espaçamento entrelinhas no plantio (SCHWEITZER et al., 2009), as maiores doses de nitrogênio e de fósforo aplicadas na adubação e por estresses ambientais que venham quebrar a dominância apical das plantas (EICHLER et al., 2008).

A capacidade de perfilhamento está associada com as características genéticas do genótipo utilizado no plantio, sendo que o desenvolvimento do perfilho é dependente da quantidade de folhas e raízes na planta e o seu aparecimento acontece em uma sequência da base para o ápice da planta (MOULIA et al., 1999). Os genes relacionados com o perfilhamento estão presentes nos cromossomos 1, 2 e 7 de todas as variedades de teosinte, sendo que o milho é o que apresenta menor expressão desses genes (ROGERS, 1950). A inibição do perfilhamento está relacionada com a expressão do gene *Teosinte Branched 1 (tb1)* que é conservado em diversas plantas como o milho, o arroz, o trigo e em *Arabidopsis* (LEWIS et al., 2008).

Foi observado recentemente em uma lavoura de milho Pionner 30F54 que o estresse hídrico ocorrido durante o período vegetativo pode ter induzido o aparecimento de perfilhos produtivos, ou seja, com espigas normais, semelhantes à planta-mãe. Segundo relatos do agricultor, o aumento na produção foi de aproximadamente 20% (informação pessoal).

Baseado nesse fato, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência do estresse hídrico, durante o período vegetativo, na indução de perfilhamento em milho.



Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG. Foram utilizadas plantas de dois genótipos de milho contrastantes para a característica perfilhamento: BRS 1030 (não perfilha) e o Pioneer 30F54 (perfilha). Foram semeadas cariopses dos dois genótipos em vasos de poliestireno, com capacidade de 20 L, preenchidos com Latossolo Eutrófico Arênico, corrigidos de acordo com a recomendação indicada pela análise química do solo. Todos os procedimentos fitossanitários para a produção do milho foram seguidos. As cariopses foram mantidas em condições ótimas de regime hídrico até a obtenção das plântulas.

As plântulas foram submetidas ao estresse hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento, removendo-se a irrigação nos estádios V2, V4 e V6 por um período de 15 dias. Foram ainda utilizadas plantas com irrigação normal em todos os estádios de desenvolvimento até a época de produção. Após a aplicação da restrição hídrica, as plantas foram irrigadas normalmente até a época de produção.

No período de produção, aproximadamente três meses após o plantio das cariopses, foram analisados NP = número de perfilhos, MEP = massa seca das espigas no perfilho, MGP = massa seca dos grãos por perfilho, MSE = massa seca das espigas e MSG = massa seca dos grãos. A massa seca das estruturas analisadas foi obtida com a secagem das plantas em estufa de circulação forçada à 70°C por um período mínimo de 72 horas ou até peso constante.

O experimento foi conduzido em delineamento totalmente casualizado, em esquema fatorial 2X4, com seis repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e o estudo das médias foi realizado pelo teste de Scott-Knott para $P < 0,05$.

Resultados e Discussão

Os perfilhos descritos e observados no híbrido Pioneer 30F54 produziram grãos no pendão, fenômeno conhecido como “tassel seeds”, ou seja, perfilhos sem nenhuma importância econômica, desde que as sementes não são protegidas pela palha da espiga. Esses resultados, observados em casa de vegetação, foram diferentes do reportado a campo, o que leva a crer que outros fatores ambientais, que não o estresse hídrico, possam ter influenciado o aparecimento dos perfilhos produtivos que foram observados em campo.

Crescimento e acumulação de matéria seca

Os diferentes genótipos das plantas de milho exibiram diferenças significativas para o número de perfilhos em todos os tratamentos analisados (Tabela 1). Observa-se que o genótipo BRS 1030 não produziu perfilhos em nenhum dos tratamentos analisados, enquanto o Pioneer 30F54 exibiu perfilhamento em todos os tratamentos. Ressalta-se, no entanto, que no estresse aplicado durante o estágio V6 os dois genótipos não exibiram diferenças significativas (Tabela 1). Os diferentes tratamentos não promoveram diferenças no perfilhamento para o genótipo BRS 1030, contudo, o estresse no estágio V6 promoveu uma redução no número de perfilhos encontrados para o genótipo Pioneer 30F54 (Tabela 1).

Tabela 1. Características de produção e perfilhamento em diferentes genótipos de milho (*Zea mays*) submetidos ao estresse hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento.

Genótipo	Restrição Hídrica	NP	MEP (g)	MGP (g)	MSE (g)	MSG (g)
----------	-------------------	----	---------	---------	---------	---------



BRS 1030	Irrigação normal	0,00 Ba	00,00 Ba	00,00 Ba	225,33 Ab	187,17 Aa
	Estresse V2	0,00 Ba	00,00 Ba	00,00 Ba	190,83 Bb	151,17 Ba
	Estresse V4	0,00 Ba	00,00 Ba	00,00 Ba	221,00 Bb	178,83 Ba
	Estresse V6	0,00 Aa	00,00 Ba	00,00 Ba	268,00 Aa	221,83 Aa
PIONNER 30F54	Irrigação normal	0,83 Aa	53,50 Aa	46,17 Aa	223,17 Ab	192,17 Ab
	Estresse V2	1,00 Aa	36,33 Aa	30,00 Aa	294,17 Aa	255,83 Aa
	Estresse V4	0,83 Aa	57,17 Aa	47,67 Aa	285,83 Aa	249,33 Aa
	Estresse V6	0,33 Ab	06,17 Ab	05,33 Ab	258,83 Ab	226,33 Aa

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si para os genótipos e letras minúsculas para a disponibilidade hídrica dentro de cada genótipo pelo teste de Scott-Knott para $P < 0,05$. NP = número de perfilhos, MEP = massa seca das espigas no perfilho, MGP = massa seca dos grãos por perfilho, MSE = massa seca das espigas, MSG = massa seca dos grãos.

Os resultados da massa seca de perfilhos e de grãos no perfilho seguiram o padrão observado para o número de perfilhos (Tabela 1). O genótipo BRS 1030 não apresentou produção de massa seca para as espigas e grãos no perfilho, pois não ocorreu perfilhamento nesse genótipo. Contudo, ocorreu a produção de massa seca de espigas e grãos no genótipo Pioneer 30F54, sem diferenças entre a irrigação normal e o estresse nos estádios V2 e V4. No estádio V6, entretanto, ocorreu uma redução de 89,20% na massa seca do perfilho em comparação com os estádios anteriores, demonstrando que o estresse hídrico nesse estádio não inibe o perfilhamento, mas pode promover reduções na produção de espigas nos perfilhos formados. A massa seca de grãos nos perfilhos foi modificada apenas no estresse ocorrido em V6, sendo verificada uma redução de 88,81% na massa seca de grãos quando o estresse hídrico foi imposto nessa fase de desenvolvimento (Tabela 1).

O comportamento encontrado no genótipo BRS 1030 é compatível com o descrito na literatura para as plantas de milho, com a ausência de perfilhamento como uma característica adquirida durante o processo de melhoramento, podendo ser associado com a expressão de genes que inibem o perfilhamento como o *tb1* (SANGOI et al., 2009a; ROGERS, 1950; LEWIS et al., 2008). Contudo, o genótipo Pioneer 30F54 não parece exibir inibição para o perfilhamento, pois produziu perfilhos mesmo sob irrigação normal (Tabela 1). Apesar do perfilhamento ser influenciado por fatores ambientais e nutricionais (EICHLER et al., 2008), nos genótipos do presente trabalho o perfilhamento não foi influenciado pelo estresse hídrico aplicado nos estádios estudados. A produção de espigas e grãos nos perfilhos foi reduzida no genótipo Pioneer 30F54 quando o estresse ocorreu no estádio V6.

A massa seca de espigas foi diferente nos diferentes genótipos testados apenas quando o estresse hídrico foi aplicado nos estádios V2 e V4, sendo que sob irrigação normal e quando o estresse foi aplicado no estádio V6 não ocorreram diferenças significativas entre os dois genótipos (Tabela 1). No estresse aplicado no estádio V2 a produção de massa seca nas espigas foi de 54,15%, superior nas plantas do genótipo Pioneer 30F54 em relação ao BRS 1030; enquanto que no estresse aplicado no estádio V4 os valores foram 29,33% superiores no genótipo Pioneer 30F54 em relação ao BRS 1030 (Tabela 1). Os tratamentos influenciaram a massa seca das espigas de forma diferenciada nos dois genótipos (Tabela 1). No genótipo BRS 1030, o estresse hídrico



influenciou a massa seca das espigas apenas quando aplicado no estágio V6, promovendo um aumento da massa seca das espigas em 40,43%. A resposta do genótipo Pioneer 30F54 foi diferenciada, com um aumento na massa seca das espigas equivalente a 31,81% nas plantas submetidas ao estresse hídrico nos estádios de V2 e V4 (Tabela 1).

A massa seca de grãos foi superior no genótipo Pioneer 30F54 apenas quando o estresse hídrico foi aplicado nos estádios V2 e V4 (Tabela 1). Quando o estresse foi aplicado no estágio V2, a produção de massa seca nos grãos foi 68,23% superior no genótipo Pioneer 30F54 em relação ao BRS 1030, enquanto que quando o estresse foi aplicado no estágio V4 a produção de massa seca no grãos foi 39,42% superior no genótipo Pioneer 30F54 em relação ao BRS 1030 (Tabela 1). O estresse hídrico não influenciou a produção de massa seca dos grãos no genótipo BRS 1030, enquanto que no genótipo Pioneer 30F54 a aplicação do estresse hídrico promoveu um aumento na produção equivalente a 33,13% em todos os tratamentos, independentemente do estágio de desenvolvimento das plantas.

O estresse hídrico pode promover uma redução da biomassa nas plantas que crescem nessas condições, reduzindo as atividades metabólicas e promovendo a produção de compostos tóxicos como as espécies reativas de oxigênio (PIMENTEL, 2004). Contudo, no milho, as duas semanas que antecedem a formação dos órgãos reprodutivos são o período em que as plantas são mais sensíveis ao estresse hídrico, sendo o período que pode promover mais restrições à produção das plantas de milho nessas condições (PIMENTEL, 2004). A maior massa seca observada para as plantas de milho do genótipo Pioneer 30F54 em relação ao BRS 1030 encontradas neste trabalho, quando estimuladas pelo estresse hídrico, pode ter relação com a característica de perfilhamento encontradas no genótipo Pioneer 30F54. O estresse nos estádios iniciais pode ter estimulado a produção de espigas por influenciar a planta a entrar em uma fase reprodutiva relacionada com a evitação à seca, fato relatado para algumas plantas nessas condições que investem em reprodução (PIMENTEL, 2004).

Conclusão

O genótipo BRS 1030 não exibiu a produção de perfilhos e resultou numa menor produção de massa seca das espigas e dos grãos em relação ao Pioneer 30F54.

O perfilhamento ocorrido no Pioneer 30F54, em condições de casa de vegetação, não apresenta nenhuma importância econômica, pois os grãos presentes estão localizados no pendão (“tassel seeds”) e não podem, portanto, ser acrescidos à produção, desde que são desprovidos de qualquer proteção contra insetos e roedores.

Referências

EICHLER, V.; SERAPHIN, E. S.; PORTES, T. A.; ROSA, B.; ARAÚJO, L. A.; SANTOS, S. Produção de massa seca, número de perfilhos e área foliar do capim mombaça cultivados em diferentes níveis de nitrogênio e fósforo. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 3, p. 617-626, jul./set. 2008.

LEWIS, J. M.; MACKINTOSH, C. A.; SHIN, S.; GILDING, E.; KRAVCHENKO, S.; BALDRIDGE, G.; ZEYEN, R.; MUEHLBAUER, G. J. Overexpression of the maize *Teosinte Branched1* gene in wheat suppresses tiller development. **Plant Cell Reports**, New York, v. 27, p. 1217-1225, 2008.



MOULIA, B.; LOUP, C.; CHARTIER, M.; ALLIRAND, J. M.; EDELIN, C. Dynamics of architectural development of isolated plants of maize (*Zea mays* L.), in a non-limiting environment: the branching potential of modern maize. **Annals of Botany**, London, v. 84, p. 645-656, 1999.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: EDUR, 2004. 191 p.

ROGERS, J. S. The inheritance of photoperiodic response and tillering in maize-teosinte hybrids. **Genetics**, Maryland, v. 35, p. 513-540, 1950.

SANGOI, L.; VARGAS, V. P.; SCHWEITZER, C.; ZOLDAN, S. R.; SIEGA, E.; CARNIEL, G.; PLETSCHE, A. J.; SALDANHA, A.; VIEIRA, J.; MENGARDA, R. T.; BIANCHET, P.; PICOLI, G. J. A remoção dos perfilhos é efetiva para aumentar o rendimento de grãos do milho semeado em diferentes épocas? In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 54.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 37., 2009, Veranópolis. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul - safras 2009/2010 e 2010/2011**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009a.

SANGOI, L.; ZANIN, C. G.; SILVA, P. R. F.; SALDANHA, A.; VIEIRA, J.; PLETSCHE, A. J. Uniformidade no desenvolvimento e resposta de cultivares de milho ao incremento na população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 1, p. 69-81, 2009b.

SCHWEITZER, C.; SANGOI, L.; VARGAS, V. P.; ZOLDAN, S. R.; MENGARDA, R. T.; SALDANHA, A.; SIEGA, E.; CARNIEL, G.; VIEIRA, J.; PLETSCHE, A. J.; BIANCHET, P.; PICOLI, G. J. Arranjo de plantas e contribuição dos perfilhos ao rendimento de grãos do milho. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 54.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 37., 2009, Veranópolis. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul - safras 2009/2010 e 2010/2011**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009.

