

Manejos e fontes de nitrogênio nos componentes de afilhamento de trigo

Maurício Ferrari¹, Maicon Nardino¹, Ivan Ricardo Carvalho¹,
Vinícius Jardel Szareski¹, Alan Junior de Pelegrin¹, Velci Queiróz de Souza²

¹ Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Campus Universitário Capão do Leão, Prédio 5, Centro, CEP 96010-900, Pelotas-RS, Brasil. Caixa Postal 354. E-mail: ferraritatu@gmail.com; nardinomn@gmail.com; carvalho.irc@gmail.com; viniciusszareski@gmail.com; pelegrinagro@gmail.com

² Universidade Federal do Pampa, Campus Dom Pedrito, Rua 21 de Abril, 80, São Gregório, CEP 96450-000, Dom Pedrito-RS, Brasil. E-mail: velciq@gmail.com

RESUMO

O incremento do rendimento de grãos em trigo está correlacionado com o fornecimento e manejo do N e as fontes nitrogenadas. O objetivo nesse trabalho foi avaliar os componentes de afilhamento e suas contribuições na massa de grãos da planta, em função do manejo de N em cobertura associado a diferentes fontes de nitrogênio. O trabalho foi realizado em duas safras agrícolas (2012 e 2013) integrando cinco genótipos de trigo elite (TBIO Itaipu, Quartzo, TBIO Iguazu, Fundacep 52 e TBIO Mestre), seis manejos de adubação nitrogenada (I: ausência de N; II: afilhamento; III: afilhamento e emborrachamento; IV: afilhamento e florescimento; V: emborrachamento e florescimento; e VI: afilhamento, emborrachamento e florescimento) e três fontes de N (Ureia, Nitrato de amônio e Nitrogênio Líquido). Com o manejo parcelado de N no afilhamento ocorre aumento do número de grãos da espiga do colmo principal. Os manejos parcelados de N II, III, V e VI revelaram maior massa de grãos de afilhos, número de afilhos férteis e massa de grãos por planta. As fontes ureia e nitrato de amônio aumentaram o número de grãos do colmo principal, número de afilhos férteis, massa de grãos dos afilhos férteis. Os manejos de N com aplicações no afilhamento e emborrachamento favorecem de forma relativa à massa de grãos de afilhos em relação à massa total da planta.

Palavras-chave: contribuição dos afilhos, genótipo, parcelamento de nitrogênio, *Triticum aestivum* L.

Managements and nitrogen sources in wheat tillering components

ABSTRACT

The increase in wheat grain yield is strongly correlated with the supply and management of N and nitrogen sources. The aim this to evaluate the tillering components and contributions to mass of the grain plants, due N management parceled in coverage associated with different sources of nitrogen. The study realized in two growing seasons (2012 and 2013) integrated five elite wheat genotype (TBIO Itaipu, Quartzo, TBIO Iguazu, Fundacep 52 e TBIO Mestre), six managements of nitrogen fertilization (I: absence of nitrogen, II: tillering, III: tillering and booting, IV: tillering and flowering, V: booting and flowering, and VI: tillering, booting and flowering) and three sources of nitrogen (Urea - 45% nitrogen and AN: ammonium nitrate - 33.5% nitrogen and liquid nitrogen). With the management of N in tillering occurred increases the number of main culm ear grain. The management installment of N II, III, V and VI showed higher mass tillers grains, number of fertile tillers and grain yield per plant. To sources urea and ammonium increased the number of grains of the main culm, number of fertile tillers, grain mass of fertile tillers. To N managements applications at tillering booting in favor relatively of mass tillers grains relative to the total mass of the plant.

Key words: contribution of the tiller, genotype, split nitrogen, *Triticum aestivum* L.

Introdução

A cultura do trigo tem sido o principal cultivo de inverno da região Sul do Brasil e tem se expandindo nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, devido aos avanços proporcionados pelo melhoramento genético com o desenvolvimento de genótipos adaptados as condições dessas regiões. Na safra agrícola de 2015 a área semeada com este cereal no Brasil foi de aproximadamente 2,47 milhões de hectares e com perspectiva de produção de 7 milhões de toneladas (Conab, 2015).

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma gramínea pertencente à família Poaceae, constituído por três genomas diploides inteiros e caracterizado como um hexaplóide alopoliplóide (AABBDD), sendo que cada genoma é procedente de uma espécie, *Triticum urartu* (AA), *Aegilops speltoides* (BB) e *Aegilops tauschii* (DD) (Brenchley et al., 2012). O incremento do rendimento de grãos em trigo está fortemente correlacionado com o fornecimento de N, visto que esse nutriente atua em funções metabólicas, participando dos processos bioquímicos e é o constituinte de proteínas, fitocromos e clorofilas (Kutman et al., 2011).

A eficiência no fornecimento do N está associada à produção de biomassa e aproveitamento da radiação solar, o que reflete em melhor performance dos componentes de rendimento, em especial no número de afilhos férteis por planta, número de afilhos totais e número de grãos por espiga na planta (Benin et al., 2012).

O ideótipo para uma planta de trigo em relação ao número de afilhos consiste em um colmo principal com dois a três afilhos (Almeida et al., 1998). O surgimento dos afilhos se inicia, geralmente, quando a planta possui três folhas expandidas. Cada folha emitida no colmo principal pode corresponder à emissão de um novo afilho, sendo eles formados até a diferenciação da espiguetta terminal, no ponto de crescimento (Large, 1954). A capacidade de manutenção dos afilhos produtivos está associada ao fornecimento de N para a planta, e esse caráter contribui para o aumento do número de espigas férteis por metro quadrado, sem que ocorra a necessidade de aumentar a densidade de semeadura, com diminuição dos custos com a maior quantidade de sementes e mantendo o mesmo nível de produtividade da cultura.

O N é absorvido preferencialmente na forma de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), sendo a forma absorvida modulada pela presença e afinidade de carregadores específicos e pela quantidade de N presente no solo (Bredemeier & Mundstock, 2001). Os fertilizantes nitrogenados utilizados como fontes de N às plantas encontram-se principalmente na forma amídica, amoniacal e/ou nítrica. Dessa forma, possuem diferentes níveis de eficiência, em função das rotas de absorção pelas plantas e das perdas para o sistema (volatilização e lixiviação), quando aplicadas em cobertura na cultura do trigo.

A aplicação nitrogenada no momento correto influencia o número de afilhos férteis, número de grãos por espiga e número de espigas por unidade de área, consequentemente proporciona maior rendimento de grãos (Sangoi et al., 2007). Com isso, a busca pelo momento mais adequado para realização de aplicações de N em cobertura na cultura do trigo ainda é um desafio para a agricultura atual, pois são encontrados resultados

contrastantes quanto aos manejos adotados e as respostas dos genótipos. Estudos têm indicado que o manejo parcelado da adubação nitrogenada resulta em maior aproveitamento do nutriente pela cultura, devido à redução das perdas para o ambiente e, conseqüente aumento da produtividade, quando comparados com a aplicação nitrogenada em um único momento (Sangoi et al., 2007; Megda et al., 2009; Kutman et al., 2011; Benin et al., 2012). Diante do exposto, o objetivo nesse trabalho foi avaliar os componentes de afilhamento e suas contribuições na massa de grãos da planta, em função do manejo de nitrogênio em cobertura associado a diferentes fontes de adubação nitrogenada, em duas safras agrícolas.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado nas safras agrícolas de 2012 e 2013 na área experimental do Laboratório de Melhoramento Genético e Produção de Plantas, vinculado a Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen, localizada nas coordenadas geográficas de 27°23'26" LS; 53°25'43" LW, a 461,3 metros de altitude. O clima da região segundo a classificação climática de Köppen é subtropical úmido com temperatura média anual de 19,1°C e precipitação média anual de 1880 mm. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Santos et al., 2006).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, sendo os fatores de tratamento utilizados cinco genótipos, três fontes nitrogenadas, seis manejos de N em cobertura e duas safras agrícolas. Os genótipos utilizados foram: TBIO Itaipu, Quartzo, TBIO Iguaçu, Fundacep 52 e TBIO Mestre. As fontes nitrogenadas empregadas foram: Ureia - 45% de N; NA: Nitrato de amônio - 33,5% de N e Nitrogênio Líquido - 32 % de N (NITAMIM®) e os manejos da adubação nitrogenada em cobertura foram: I: ausência de N, II: afilhamento, III: afilhamento e emborrachamento, IV: afilhamento e florescimento, V: emborrachamento e florescimento, e VI: afilhamento, emborrachamento e florescimento. Os estádios de desenvolvimento da cultura foram determinados a partir da escala Feekes-Large de crescimento e desenvolvimento do trigo (Large, 1954).

As unidades experimentais caracterizaram-se por 12 linhas com 3,5 metros de comprimento cada, com espaçamento entre linhas de 0,17 metros, totalizando uma área de 7,14 m². Como área útil da unidade experimental considerou-se as oito linhas centrais e descartou-se 0,5 m das extremidades da parcela, totalizando uma área para avaliações de 3,4 m². A semeadura foi realizada com um conjunto: trator semeadora, em sistema de semeadura direta. No ano de 2012, a semeadura foi realizada no dia 25 de maio e no ano de 2013 no dia 10 de junho. A adubação de base utilizada foi 200 kg ha⁻¹ da formulação N-P₂O₅-K₂O (8-24-12). Em cobertura, foram aplicados 115 kg ha⁻¹ de N para todos os manejos, exceto o manejo I, o qual não recebeu adubação nitrogenada em cobertura. A população média de plantas estabelecida foi de 310 plantas por metro quadrado.

O manejo fitossanitário foi realizado com base no monitoramento da área e as aplicações de herbicida, inseticida

e fungicida conforme a necessidade da cultura. A colheita das unidades experimentais foi realizada de forma manual no momento em que as plantas atingiram o ponto de colheita, após o estágio de maturação fisiológica, sendo separadas amostras com dez plantas representativas de cada parcela para aferição das variáveis avaliadas, as quais foram: número de afilhos totais (NAFHT), obtido a partir da contagem do número total de afilhos em dez plantas, calculando-se a média por planta; número de afilhos férteis (NAFFER), obtido a partir da contagem do número de afilhos férteis em dez plantas, calculando-se a média por planta, sendo os afilhos férteis caracterizados pela presença de grãos nas espigas; massa de grãos de afilhos (MGAFH), mensurado a partir da massa dos afilhos férteis de dez plantas, calculando-se a média por planta e corrigindo a umidade para a 13%, valor aferido com auxílio de balança analítica e o resultado expresso em gramas (g); número de grãos na espiga do colmo principal (NGECP), pela contagem direta do número de grãos da espiga da planta principal, em dez plantas, feito a média por planta; massa total de grãos por planta (MTGP) com aferição da massa total de grãos das dez plantas, calculando-se a média por planta e corrigida a umidade para a 13% de umidade e os resultados expressos em gramas; e contribuição relativa da massa de grãos de afilhos em relação à massa total da planta (CRMGF) a partir da razão entre as variáveis massa de grãos de afilhos e massa total de grãos por planta, e os resultados expressos em percentual (%).

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo teste de F $p \leq 0,05$ de probabilidade. Para variáveis que relevaram interação significativa foram desmembrados os efeitos simples e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se para as análises estatísticas o programa computacional Genes (Cruz, 2013).

Resultados e Discussões

A análise de variância revelou interação significativa entre manejo de N, safra agrícola e fonte nitrogenada, para variável número de grãos na espiga do colmo principal. A interação manejo de N \times fonte nitrogenada \times genótipo foi significativa para a variável contribuição relativa da massa de grãos de afilhos em relação à massa total da planta. A interação manejo de N \times fonte nitrogenada foi significativa para as variáveis, massa de grãos de afilhos, número de afilhos férteis e massa

total de grãos por planta. A interação genótipo \times safra agrícola revelou significância para massa de grãos de afilhos, número de afilhos férteis, massa total de grãos por planta e número de afilhos totais. A ocorrência de interação revelou que os fatores de variação exercem efeitos distintos quando combinados sobre as variáveis estudadas, sendo a resposta potencializada por se referir às características quantitativas, as quais são expressas por vários genes e fortemente influenciadas pelo ambiente. Dessa forma, o manejo de N em cobertura, a fonte nitrogenada e a escolha do genótipo modificam a resposta das variáveis, sendo necessário o desmembramento dos efeitos simples para a obtenção de inferências mais precisas sobre o comportamento destes caracteres.

A análise individual dos componentes de rendimento das plantas é utilizada para facilitar o entendimento sobre o crescimento e o desenvolvimento do trigo e, consequentemente a formação do rendimento de grãos, devido à associação entre as variáveis morfológicas e os componentes de rendimento de grãos (Espindula et al., 2014). Dessa forma, o número de grãos por espiga do colmo principal foi influenciado pelo manejo da adubação nitrogenada, fonte nitrogenada e pelas condições ambientais. Para os manejos de N em cobertura dentro das fontes nitrogenadas e safras agrícolas, evidenciou-se que os manejos I (ausência de N) e V (emborrachamento e florescimento) resultaram em menor número de grãos na espiga (Tabela 1). Estudos apontam que o caráter número de grãos na espiga do colmo principal apresenta forte correlação com o rendimento de grãos, sendo essa correlação mais expressiva quando comparada com a massa de grãos (Sangoi et al., 2007). Com isso, busca-se aumentar o número de grãos na espiga do colmo principal, a fim de incrementar o rendimento de grãos.

As aplicações de N em cobertura em que se restringiu o fornecimento do nutriente no estágio de afilhamento resultaram em menor número de grãos por espiga, isso devido ao potencial desse caráter ser determinado no estágio de afilhamento (Tabela 1). Em estudo realizado por Bennett et al. (2011), o número de grãos por espiga e número de espiguetas por espiga são altamente influenciados pelo período em que o N é fornecido para a planta, desta forma, o período mais crítico e com maior demanda de N para este caráter está compreendido entre a fase inicial de desenvolvimento e o início da diferenciação do primórdio floral.

Estudos do efeito do manejo parcelado de N em cobertura sobre os componentes de rendimento e afilhamento ainda são

Tabela 1. Médias para interação entre o manejo de N em cobertura (I: ausência de N, II: afilhamento, III: afilhamento e emborrachamento, IV: afilhamento e florescimento, V: emborrachamento e florescimento, e VI: afilhamento, emborrachamento e florescimento) \times safra agrícola (2012 e 2013) \times fonte nitrogenada (líquida, nitrato de amônio e ureia) para o caráter número de grãos na espiga do colmo principal

Manejo	Safra agrícola 2012			Safra agrícola 2013		
	Fonte nitrogenada			Fonte nitrogenada		
	Líquida	N. amônio	Ureia	Líquida	N. amônio	Ureia
I	29,01b A α	29,09 b A α	29,86 b A α	26,44 b A α	27,72b A α	27,24 b A β
II	30,96 ab B α	33,72 a A α	31,89 ab AB α	29,17 a AB α	29,80 a B β	30,06 a A α
III	31,90 a A α	33,17 a A α	32,47 ab A α	28,97 ab A β	29,58 ab A β	30,92 a A α
IV	30,27 ab A α	31,55 ab A α	30,62 ab A α	28,66 a B β	30,14 a A α	30,08 a A α
V	30,22 ab A α	31,33 ab A α	30,60 ab A α	28,75 ab A α	27,72 ab A α	30,19 a A α
VI	29,78 ab B α	29,06 b B α	32,98 a A α	26,98 ab B β	30,20 a A α	30,46 a A α
CV (%)	12,11					

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula (a) na coluna para manejo de N em cobertura, maiúscula (A) na linha para fonte nitrogenada e grega (α) para safra agrícola, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

escassos, visto que a maioria dos autores estudaram apenas a resposta de diferentes doses de N, como verificado nos estudos de Trindade et al. (2006) e Prando et al. (2013) que observaram incremento no número de grãos por espiga de trigo, proporcionado pelo aumento da dose de N. Entretanto, Teixeira Filho et al. (2008) não verificaram efeito significativo de diferentes doses de N aplicadas em cobertura em genótipos elites de trigo, na região do cerrado.

Com relação às fontes nitrogenadas, a aplicação de ureia revelou magnitudes superiores ou iguais às demais fontes, em ambos os manejos e safras agrícolas (Tabela 1). Em estudo realizado por Teixeira Filho et al. (2010) o número de grãos por espiga foi influenciado significativamente pelas fontes de N. As fontes nitrogenadas nitrato de amônio e ureia apresentam níveis de perda de N por lixiviação e volatilização distintas, sendo que, somadas as perdas por volatilização de ureia e por lixiviação de nitrato de amônio, os resultados se equivalem dependendo das condições edafoclimáticas do momento da aplicação (Cabezas et al., 2008).

Entre as safras agrícolas, observou-se que a safra 2012 foi superior a safra 2013, principalmente, para os parcelamentos utilizando a fonte líquida, e no manejo II (afilhamento) e III (afilhamento e emborrachamento) para fonte nitrato de amônio (Tabela 1). Em situações onde as condições edafoclimáticas para o cultivo transcorrem próximas as condições ideais para o crescimento e desenvolvimento da cultura, as respostas dos caracteres tendem a ser linearizadas, demonstrando assim a verdadeira influência dos manejos utilizados.

A massa de grãos dos afilhos férteis revelou que a resposta dos manejos de N são dependentes da fonte nitrogenada utilizada, visto que essas passam por processos distintos de transformações no solo, antes de ficarem disponíveis às plantas. Com isso, a aplicação na forma líquida não revelou diferenças entre os manejos empregados. Já para a aplicação de nitrato de amônio e ureia, a maior magnitude foi verificada no manejo parcelado nos estádios de aphilamento, emborrachamento e florescimento (VI) (Tabela 2). O fornecimento parcelado de N durante o período vegetativo do trigo resulta em maior aproveitamento pela planta, aumentando assim, a viabilidade dos afilhos e produção de grãos nas espigas dos afilhos e, conseqüentemente, resulta no incremento da massa de grãos de afilhos. O manejo de N na fase mais crítica é relevante para determinar o número de colmos que sobrevivem e tornam-se espigas produtivas (Bredemeier & Mundstock, 2001), dessa forma, a atuação conjunta destes caracteres se associa

positivamente ao maior rendimento de grãos (Valério et al., 2009).

O desempenho das fontes nitrogenadas aplicadas nos diferentes manejos resultou em diferenças apenas para o manejo VI, na qual, as fontes ureia e nitrato de amônio foram superiores a fonte líquida para o caráter massa de grãos de afilhos (Tabela 2). Com isso, evidenciou-se que a realização da partição em mais de duas doses de N líquido, reduz a eficiência desta fonte de N. Fontes nitrogenadas na forma amoniacal e nítrica tendem a ser melhor aproveitadas pelas plantas, pois estão prontamente disponíveis, com menores volatilizações, se mantendo no solo por um maior período de tempo. No que se refere ao nitrato de amônio, as perdas por volatilização são próximas a 1%, devido a reação ácida que ocorre quando aplicados no solo (Fontoura & Bayer, 2009).

O caráter número de afilhos férteis revelou que os manejos de N em cobertura atuam de forma dependente as fontes nitrogenadas utilizadas. Nas fontes de nitrato de amônio e ureia, os manejos II, III e VI apresentaram superioridade frente aos demais manejos de adubação nitrogenada, sendo que o manejo sem aplicação de N correspondeu ao menor número de afilhos férteis (Tabela 2). O fornecimento de N em aplicação total no aphilamento ou de forma parcelada nos estádios de aphilamento, emborrachamento e florescimento responderam de forma semelhante em relação a capacidade de manutenção de afilhos. Com isso, ressalta-se a associação entre o fornecimento de N e a sobrevivência de afilhos férteis. Pesquisas evidenciaram interferência positiva do N no aphilamento, tanto ao número de afilhos férteis quanto na sobrevivência destes afilhos, sendo que a aplicação precoce (3,5 e 5,5 da escala Haun) estimulou em 37,1% a contribuição dos afilhos no rendimento final de grãos (Sangoi et al., 2007; Valério et al., 2009).

A interação entre os genótipos e as safras agrícolas para o caráter massa de grãos dos afilhos, demonstrou que na safra 2012 os genótipos TBIO Itaipu, Fundacep 52 e TBIO Iguaçú foram superiores aos demais genótipos (Tabela 3). No entanto, na safra 2013 as maiores magnitudes foram observadas para o TBIO Mestre, TBIO Itaipu e Fundacep 52. Em comparação as safras agrícolas os genótipos Quartzo e Mestre foram superiores na safra 2013 já os genótipos TBIO Itaipu, TBIO Iguaçú e Fundacep 52 apresentaram comportamento semelhante nas duas safras agrícolas.

Associando-se o número de afilhos férteis, com a massa de grãos de afilhos observou-se estreita relação entre estes

Tabela 2. Médias para interação entre manejo de N em cobertura (I: ausência de N, II: aphilamento, III: aphilamento e emborrachamento, IV: aphilamento e florescimento, V: emborrachamento e florescimento, e VI: aphilamento, emborrachamento e florescimento) x fonte nitrogenada (líquida, nitrato de amônio e ureia) para os caracteres massa de grãos de afilhos (MGAFH) e número de afilhos férteis (NAFFER)

Manejo	MGAF (g)			NAFFER		
	Fonte nitrogenada					
	Líquida	N. amônio	Ureia	Líquida	N. amônio	Ureia
I	0,424 a A	0,368 d A	0,326 c A	0,71 a A	0,62 b A	0,59 b A
II	0,498 a A	0,504 abc A	0,483 ab A	0,78 a A	0,80 ab A	0,80 a A
III	0,493 a A	0,537 ab A	0,508 a A	0,78 a A	0,87 a A	0,82 a A
IV	0,372 a A	0,414 bcd A	0,442 abc A	0,67 a A	0,70 ab A	0,71 ab A
V	0,425 a A	0,460 abcd A	0,431 abc A	0,71 a A	0,71 ab A	0,69 ab A
VI	0,383 a B	0,560 a A	0,531 a A	0,61 a B	0,85 a A	0,85 a A
CV (%)		57,63			49,11	

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula (a) na coluna para manejo de N em cobertura e maiúscula (A) na linha para fonte nitrogenada, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3. Médias para interação entre safra agrícola (2012 e 2013) e genótipos (TBIO Itaipu, Quartzo, TBIO Iguaçú, Fundacep 52 e TBIO Mestre) para os caracteres massa de grãos de afilhos (MGAFH) e número de afilhos férteis (NAFHFER)

Genótipo	MGAFH (g)		NAFHFER	
	Safra Agrícola			
	2012	2013	2012	2013
TBIO Itaipu	0,49 a A	0,56 ab A	0,70 a B	1,10 a A
Quartzo	0,29 b B	0,39 c A	0,43 c B	0,61 d A
TBIO Iguaçú	0,44 a A	0,48 bc A	0,59 ab B	0,93 b A
Fundacep 52	0,47 a A	0,50 ab A	0,59 ab B	0,78 c A
TBIO Mestre	0,27 b B	0,59 a A	0,48 bc B	1,14 a A
CV (%)	57,63		49,11	

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula (a) na coluna genótipo e maiúscula (A) na linha para safra agrícola, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

caracteres, desta forma, o número maior de afilhos resultou em maior massa de grãos de afilhos, com tendência de reduzir a massa de grãos da espiga do colmo principal, isso devido a inversão da translocação dos fotoassimilados para compensar o enchimento de grãos dos afilhos. Os resultados corroborando com Sangoi et al. (2007), constatou que o fornecimento de N proporciona maior desenvolvimento e sobrevivência dos afilhos, contribuindo para o incremento do rendimento de grãos.

Para o caráter número de afilhos férteis evidencia-se que na safra agrícola 2012 o genótipo TBIO Itaipu foi superior aos genótipos Quartzo e TBIO Mestre (Tabela 3). Para a safra 2013 os maiores valores foram observados nos genótipos TBIO Mestre e TBIO Itaipu, sendo novamente a menor magnitude verificada no genótipo Quartzo. Entre as safras agrícolas observou-se que as condições decorridas durante a safra 2013 influenciaram positivamente a expressão deste caráter nos cinco genótipos avaliados. O genótipo TBIO Itaipu apresentou maior estabilidade para o número de afilhos férteis para as condições climáticas que ocorreram nas duas safras agrícolas. Corroborando os resultados de Silveira et al. (2010) que constataram que os genótipos de trigo possuem diferentes potenciais de afilhamento, além de apresentarem interação com o ambiente de cultivo.

A capacidade dos genótipos em manter os afilhos produtivos é de suma importância principalmente quando está associada a problemas de stand de plantas, visto que compensam o número de espigas por metro quadrado. O afilhamento é uma característica associada à adaptação aos ambientes desfavoráveis, além de representar um dos mais importantes componentes diretos do rendimento de grãos (Valério et al., 2009).

A massa de grãos por planta é um caráter de grande relevância associado à determinação do rendimento de grãos, sendo a associação potencializada em condições de baixo número de espigas por unidade de área (Gondim et al., 2008). O caráter massa total de grãos por planta demonstrou interação entre os manejes de aplicação de N em cobertura e as fontes de N, sendo que para as fontes nitrato de amônio e ureia o manejo sem aplicação de N e o manejo parcelado nos estádios de afilhamento e florescimento foram inferiores aos demais manejes, dessa forma, as maiores magnitudes foram reveladas nos manejes II, III, V e VI (Tabela 4).

Com relação a fonte nitrogenada líquida, não foram evidenciadas diferenças entre os seis manejes (Tabela 4).

Tabela 4. Médias para interação entre manejo de N em cobertura (I: ausência de N, II: afilhamento, III: afilhamento e emborrachamento, IV: afilhamento e florescimento, V: emborrachamento e florescimento, e VI: afilhamento, emborrachamento e florescimento) x fonte nitrogenada (líquida, nitrato de amônio e ureia) para o caráter massa total de grãos por planta (g)

Manejo	Fonte nitrogenada		
	Líquida	N. amônio	Ureia
	I	1,45 a A	1,32 b AB
II	1,51 a A	1,54 a A	1,65 a A
III	1,49 a A	1,57 a A	1,56 ab A
IV	1,35 a A	1,44 ab A	1,46 b A
V	1,39 a A	1,53 a A	1,51 ab A
VI	1,34 a B	1,61 a A	1,61 ab A
CV (%)	20,78		

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula (a) na coluna para manejo de N em cobertura e maiúscula (A) na linha para fonte nitrogenada, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Estudo evidencia que a época de aplicação do fertilizante nitrogenado foliar, somente influenciou o teor de N foliar e não se evidenciou diferenças para o rendimento de grãos do trigo (Benett et al., 2011).

O efeito das fontes nitrogenadas sobre a massa total de grãos por planta revelou que apenas o manejo VI apresentou superioridade quando aplicadas as fontes ureia e nitrato de amônio frente a fonte líquida (Tabela 4). Com isso, a natureza do fertilizante nitrogenado aplicado não interferiu significativamente sobre o desempenho desta característica, sendo possível a utilização combinada desses fertilizantes em função do manejo empregado.

A massa total de grãos por planta foi contribuída pelo número de afilhos férteis, da massa de afilhos e do número de grãos na espiga principal, sendo que os genótipos com maior massa de grãos por planta possuem a tendência de serem mais produtivos. Dessa forma, evidenciaram-se alterações no comportamento dos genótipos em função das safras agrícolas, visto que, os fatores ambientais exercem grande influência sobre esse caráter. Na safra agrícola 2012 observou-se que os genótipos Fundacep 52 e TBIO Itaipu apresentaram as maiores magnitudes de massa total de grãos por planta, sendo que as menores magnitudes foram evidenciadas nos genótipos TBIO Mestre e Quartzo (Tabela 5). Na safra agrícola 2013 não houveram diferenças significativas para essa característica nos genótipos estudados. Na comparação entre as safras observou-se que o TBIO Itaipu, TBIO Iguaçú e Fundacep 52 apresentaram superioridade na safra 2012, em contrapartida o genótipo TBIO Mestre expressou superioridade na safra 2013,

Tabela 5. Médias para interação entre safra agrícola (2012 e 2013) e genótipos (TBIO Itaipu, Quartzo, TBIO Iguaçú, Fundacep 52 e TBIO Mestre) para os caracteres massa total de grãos por plantas (MTGP) e número afilhos totais (NAFHT)

Genótipo	MTGP (g)		NAFHT	
	Safra Agrícola			
	2012	2013	2012	2013
TBIO Itaipu	1,64 ab A	1,41 a B	1,19 c B	2,28 ab A
Quartzo	1,44 c A	1,39 a A	1,56 b B	2,05 c A
TBIO Iguaçú	1,54 b A	1,40 a B	1,85 a A	1,85 d A
Fundacep 52	1,73 a A	1,44 a B	1,76 a B	2,41 a A
TBIO Mestre	1,30 d B	1,47 a A	1,44 b B	2,19 bc A
CV (%)	20,78		27,48	

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula (a) na coluna para genótipo e maiúscula (A) na linha para safra agrícola, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

e o genótipo Quartzo apresentou comportamento semelhante nos dois anos de estudo.

Para o número de afilhos totais por planta (NAFHT) observou-se que as condições ambientais influenciaram o comportamento dos genótipos, dessa forma, a capacidade de emissão de afilhos totais e férteis é variável de acordo com as condições meteorológicas que ocorrer durante o período de cultivo, conforme estudos de Valério et al. (2008). As diferenças existentes entre o número total de afilhos e o número de afilhos férteis são resultados das interferências dos fatores genéticos, hormonais, ambientais, quantidade e qualidade de luz, fator nutricional, fotoperíodo, concentração de água e densidade de sementeira, que atuando juntos ou separados controlam os processos de senescência dos afilhos (Valério et al., 2009). Na comparação entre as safras agrícolas, observou-se que somente o genótipo TBIO Iguazu manteve-se estável entre as safras (Tabela 5), enquanto os genótipos Quartzo, Fundacep 52, TBIO Itaipu e TBIO Mestre obtiveram superioridade na safra agrícola 2013.

Em relação ao número de afilhos totais por planta, o genótipo Fundacep 52 se demonstrou superior aos demais genótipos nas duas safras agrícolas, porém na safra agrícola 2012 não se diferiu do genótipo TBIO Iguazu (Tabela 5). A menor capacidade de emissão de afilhos foi observada para o genótipo TBIO Itaipu na safra agrícola 2012. Na safra agrícola 2013, verificou-se que o genótipo TBIO Itaipu não diferiu do Fundacep 52 e TBIO Mestre, sendo o menor número de afilhos evidenciado para o genótipo TBIO Iguazu (Tabela 5). Dessa forma, o potencial de afilhamento possui grande complexidade no controle genético e dos processos relacionados à manifestação fenotípica, bem como à influência das condições edafoclimáticas (Kuruparth et al., 2007). A expressão desse caráter é de elevada relevância, pois estas estruturas fazem parte dos componentes do rendimento

e são também supridoras de assimilados para o enchimento de grãos (Sangoi et al., 2007).

A contribuição relativa da massa de grãos de afilhos em relação à massa total da planta revelou para a fonte nitrogenada líquida, que os manejos de N II e III apresentaram as maiores contribuições, sendo 47,50% (TBIO Mestre) e 43,16 (Fundacep 52), respectivamente (Tabela 6). Na fonte nitrato de amônio houve contribuição expressiva novamente dos manejos II e III, entretanto no manejo VI verificou-se as maiores magnitudes para os genótipos TBIO Itaipu, Quartzo e TBIO Iguazu. Na fonte nitrogenada ureia evidenciaram-se diferentes comportamentos dos genótipos, frente aos manejos. Para o genótipo TBIO Itaipu, o manejo com maior contribuição foi o III, no entanto, para o TBIO Mestre a maior magnitude foi observada no manejo V. O manejo de N VI foi superior para o genótipo Fundacep 52. Para o genótipo Iguazu, apenas o manejo sem aplicação de N diferiu-se negativamente dos demais.

Com os resultados obtidos nesse trabalho percebe-se a importância das aplicações nitrogenadas em cobertura na fase do afilhamento e emborrachamento, independente do genótipo e concorda com os de Sangoi et al. (2007), o qual estudando o efeito de quatro adubações nitrogenadas em cobertura sobre o rendimento de grãos e componentes de três genótipos de trigo cultivados no município de Lages-SC, e constataram que a maior contribuição dos afilhos foi observada quando realizou-se a adubação nitrogenada no estágio do afilhamento, contribuindo com média de 37,1% do rendimento final, já no emborrachamento, o percentual caiu para 26,5%. Para Almeida et al. (1998), e Silveira et al. (2010) a pequena participação dos afilhos no rendimento final é um dos principais motivos pelo baixo rendimento final de grãos.

Na comparação entre os genótipos (Tabela 6), observou-se que os genótipos TBIO Mestre, TBIO Itaipu, TBIO Iguazu

Tabela 6. Médias para interação entre manejo de N em cobertura (I: ausência de N, II: afilhamento, III: afilhamento e emborrachamento, IV: afilhamento e florescimento, V: emborrachamento e florescimento, e VI: afilhamento, emborrachamento e florescimento) x genótipos (TBIO Itaipu, Quartzo, TBIO Iguazu, Fundacep 52 e TBIO Mestre) x fonte nitrogenada (líquida, nitrato de amônio e ureia) para variável contribuição relativa da massa de grãos de afilhos em relação a massa total da planta

MAN	TBIO Itaipu	Quartzo	TBIO Iguazu	Fundacep 52	TBIO Mestre
Líquida					
I	25,17 bc AB α	15,18 b B α	27,99 b A α	21,86 c AB α	19,50 c AB α
II	34,87 abc B α	31,19 a B α	40,45 a AB α	33,96 ab B αβ	47,50 a A α
III	42,05 a A α	24,08 ab B α	33,94 ab AB α	43,16 a A α	33,13 b AB β
IV	29,38 bc A β	32,32 a A α	27,44 b A α	26,27 bc A β	31,27 b A α
V	33,64 abc AB α	24,37 ab B α	27,48 b AB α	36,81 ab A α	29,73 bc AB α
VI	39,12 ab A αβ	17,91 b C β	28,85 b B β	30,66 bc AB β	32,90 b AB α
Nitrato de amônio					
I	25,91 d A α	17,22 b A α	18,14 b A αβ	24,43 bc A α	26,08 c A α
II	37,49 abc A α	24,79 ab B α	36,19 a A α	41,01 a A α	32,16 bc AB β
III	41,54 ab A α	24,04 ab B α	36,99 a A α	34,66 ab AB α	43,35 a A α
IV	30,34 cd AB β	23,83 ab B αβ	35,67 a A α	30,08 bc AB αβ	27,64 c AB αβ
V	33,84 bcd A α	29,35 a A α	31,48 a A α	31,39 abc A αβ	39,14 ab A α
VI	46,59 a A α	31,93 a BC α	39,61 a AB α	22,95 c C β	36,11 bc B α
Ureia					
I	26,39 d A α	18,14 a A α	14,50 b A β	21,20 c A α	20,25 c A α
II	38,41 b A α	28,29 a AB α	34,65 a AB α	27,54 bc B β	34,03 ab AB β
III	49,04 a A α	24,95 a B α	31,45 a B α	34,02 ab B α	26,06 bc B β
IV	43,83 ab A α	20,67 a B β	34,13 a A α	37,51 ab A α	21,31 c B β
V	36,94 bc AB α	22,95 a C α	26,64 a BC α	26,30 bc C β	39,98 a A α
VI	30,74 cd B β	27,87 a B αβ	33,98 a AB αβ	41,23 a A α	30,17 abc B α
CV (%)	26,12				

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula (a) na coluna para manejo de N em cobertura e maiúscula (A) na linha para genótipos e grega (α) para fonte nitrogenada, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

e Fundacep 52 expressaram a maior contribuição da massa de grãos dos afilhos na massa final da planta (Tabela 6). O genótipo Quartzo obteve menor participação da massa de grãos dos afilhos na massa final, sendo o comportamento explicado pelos efeitos genéticos, ambientais ou de manejo. Com isso, genótipos com reduzido potencial de afilhamento são mais dependentes em manejo, em termos produtivos (Valério et al., 2008).

Na comparação entre as fontes nitrogenadas, verificou-se pequena superioridade do nitrato de amônio sobre a fonte líquida e a ureia, entretanto não significativa. (Tabela 6). Essa diferença pode estar vinculada as menores perdas de N do nitrato de amônio em função da volatilização em relação à ureia, sendo a eficiência da ureia muito dependente dos fatores ambiente, principalmente da precipitação e temperatura, os quais não são controláveis a campo (Cabezas et al., 2008).

Conclusões

O manejo parcelado de N em cobertura com aplicações no estádio de afilhamento aumenta o número de grãos da espiga do colmo principal.

O manejo parcelado de N II (afilhamento), III (afilhamento e emborrachamento), V (emborrachamento e florescimento) e VI (afilhamento, emborrachamento e florescimento), proporciona características superiores de massa de grãos de afilhos, número de afilhos férteis e massa de grãos por planta.

A ureia e o nitrato de amônio propiciam as melhores respostas em razão dos parcelamentos, para as características número de grãos do colmo principal, número de afilhos férteis, massa de grãos dos afilhos férteis.

O manejo de N em cobertura parcelado nos estádios de afilhamento e emborrachamento incrementa a contribuição relativa da massa de grãos de afilhos em relação à massa total da planta.

Literatura Citada

- Almeida, M. L.; Mundstock, C. M.; Sangoi, L. Conceito de ideótipo e seu uso no aumento do rendimento potencial de cereais. *Ciência Rural*, v. 28, n. 2, p. 325-332, 1998. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781998000200026>>.
- Benett, C. G. S.; Buzetti, S.; Silva, K. S.; Teixeira Filho, M. C. M.; Andreotti, M.; Arf, O. Aplicação foliar e em cobertura de nitrogênio na cultura do trigo no cerrado. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 3, p. 829 - 838, 2011. <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n3p829>>.
- Benin, G.; Bornhofen, E.; Beche, E.; Pagliosa, E. S.; Silva, C. L.; Pinnow C. Agronomic performance of wheat cultivars in response to nitrogen fertilization levels. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 34, n. 3, p. 275-283, 2012. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v34i3.14468>>.
- Bredemeier, C.; Mundstock, C.M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, n. 2, p. 317-323, 2001. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832001000200008>>.
- Brenchley, R.; Spannagl, M.; Pfeifer, M.; Barker, G. L. A.; Amore, R. D.; Allen, A. M.; Mckenzie, N.; Kramer, M.; Kerhornou, A.; Bolser, D.; Kay, S.; Waite, D.; Trick, M.; Bancroft, I.; Gu, Y.; Hu, N.; Cheng Luo, N.; Sehgal, S.; Gill, B.; Kianian, S.; Anderson, O.; Kersey, P.; Dvorak, J.; McCombie, R.; Hall, A.; Mayer, M.; Edwards, K.; Bevan, W.; Hall, H. Analysis of the bread wheat genome using whole-genome shotgun sequencing. *Nature*, v. 491, n. 1, p. 705 - 709, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1038/nature11650>>.
- Cabezas, W. A. R. L.; Souza, M. A. Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta à aplicação de misturas de uréia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 6, p. 2331 - 2342, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000600012>>.
- Companhia Nacional de Abastecimento - Conab. Acompanhamento da Safra Brasileira Grãos, Safra 2014/2015. Décimo Levantamento, v. 2, n. 10, p. 1 - 109, 2015. <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07_09_08_59_32_boletim_graos_julho_2015.pdf>. 20 Dez. 2015.
- Cruz, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 35, n. 3, p. 271 - 276, 2013. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>>. 23 Nov. 2015.
- Espindula, M. C.; Rocha, V. S.; Souza, M. A.; Campanharo, M.; Pimentel, A. J. B. Urease inhibitor (NBPT) and efficiency of single or split application of urea in wheat crop. *Revista Ceres*, v. 61, n.2, p. 273-279, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2014000200016>>.
- Fontoura, S. M. V.; Bayer, C. Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região centro-sul do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 6, p. 1721 - 1732, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000600021>>.
- Gondim, T. C. O.; Rocha, V. S.; Sediyaama, C. S.; Miranda, G. V. Análise de trilha para componentes do rendimento e caracteres agronômicos de trigo sob desfolha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 4, p. 487-493, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000400007>>.
- Kuraparthy, V.; Sood, S.; Dhaliwal, H.; Chhuneja, P.; Gill, B. Identification and mapping of a tiller inhibition gene (*tin3*) in wheat. *Theoretical and Applied Genetic*, v. 114, n. 2, p.285-294, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1007/s00122-006-0431-y>>.
- Kutman, U.B.; Yildiz, B.; Cakmak, I. Improved nitrogen status enhances zinc and iron concentrations both in the whole grain and the endosperm fraction of wheat. *Journal of Cereal Science*, v. 53, n. 1,p. 118 - 125, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2010.10.006>>.
- Large, E. C. Growth stages in cereals illustration of the feekes scale. *Plant Pathology*, v. 3, n. 4, p. 128-129, 1954. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x>>.
- Megda, M. M.; Buzetti, S.; Andreotti, M.; Teixeira Filho, M. M.C.; Vieira, M. X. Resposta de cultivares de trigo ao nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n. 4, p. 1055-1060, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000400016>>.

- Prando, A. M.; Zucareli, C.; Fronza, V.; Oliveira, F. A.; Júnior, A. O. Características produtivas do trigo em função de fonte e dose de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 43, n. 1, p. 34 - 41, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632013000100009>>.
- Sangoi, L.; Berns, A. C.; Almeida, M. L.; Zanin, C. G.; Schweitzer, C. Características agrônomicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. *Ciência Rural*, v. 37, n.6, p. 1564 - 1570, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000600010>>.
- Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Oliveira, J. B.; Coelho, M.R.; Lumbreras, J. F.; Cunha, T.J.F. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- Silveira, G.; Carvalho, F. I. F.; Oliveira, A. C.; Valério, I. P.; Benin, G.; Ribeiro, G. Crestani, M.; Luche, H. S.; Silva, J. A. G. Efeito da densidade de semeadura e potencial de afilhamento sobre a adaptabilidade e estabilidade em trigo. *Bragantia*, v. 69, n. 1, p. 63 - 70, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000100009>>.
- Teixeira Filho, M. C. M.; Buzetti, S.; Alvarez, R. C. F.; Freitas, J. G.; Arf, O.; Sá, M. E. Desempenho agrônomico de cultivares de trigo em resposta a população de plantas e a adubação nitrogenada. *Científica*, v. 36, n. 2, p. 97-106, 2008. <<http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/248/137>>. 23 Nov. 2015.
- Trindade, M. G.; Stone, L. F.; Heinemann, A. B.; Cánovas, A. D.; Moreira, J. A. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, v. 10, n. 1, p. 24 - 29, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662006000100004>>.
- Valério, I.P.; Carvalho, F. I. F.; Oliveira, A. C.; Machado, A. A.; Benin, G.; Scheeren, P. L.; Souza, V. Q.; Hartwig, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 3, p. 319 - 326, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000300005>>.
- Valério, I. P.; Carvalho, F. I. F.; Oliveira, A. C.; Benin, G.; Maia, L. C.; Silva, J. A. G.; Schmidt, D. M.; Silveira, G. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 30, n. 4, supl, p. 1207-1218, 2009. <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n4Sup1p1207>>.