

Época de aplicação de Trinexapac-etil no desempenho agrônômico do milho cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas⁽¹⁾

Mariana Alves de Oliveira⁽¹⁾; Claudemir Zucareli⁽²⁾; André Prechlak Barbosa⁽³⁾; Leandro Teodoski Spolaor⁽⁴⁾; Lucas Henrique Fantin⁽⁵⁾; Carmen Silvia Vieira Janeiro Neves⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Pós-graduada com bolsa CAPES; Universidade Estadual de Londrina; Londrina, Paraná; agomariana.oliveira@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; Universidade Estadual de Londrina; claudemircca@uel.br; ⁽³⁾ Pós-graduando; UEL; andreprechlak@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Pós-graduando; Universidade Estadual de Maringá; leandrotspolaor@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Pós-graduando; UEL; fantinagro@gmail.com; ⁽⁶⁾ Professor; UEL; csvjneve@uel.br.

RESUMO: A adoção de novos arranjos de planta com aproximação das linhas de cultivo só é possível com cultivares de menor porte que pode ser obtido com o uso de regulador de crescimento. Objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico do milho primeira safra, submetido à aplicação de Trinexapac-etil e cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas, com mesma população de plantas. O estudo foi conduzido em duas safras agrícolas, 2012/2013 e 2013/2014, utilizando a cultivar de milho híbrido Status Viptera. Foram avaliados dez tratamentos, sob o delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas. As parcelas principais receberam dois espaçamentos entre linhas: 0,45 e 0,90 m e as subparcelas as cinco épocas de aplicação de Trinexapac-etil (TE): testemunha sem aplicação, V3, V6, V9 e V12, com quatro repetições. Foram avaliadas as características fitométricas, os componentes de produção e a produtividade de grãos. A época de aplicação de TE interage com os espaçamentos entre linhas alterando o crescimento e o desempenho produtivo do milho. Para o espaçamento 0,45 m a aplicação de TE em V12 e para o 0,90 m a aplicação em V9 e V12 reduz a altura de planta e de inserção de espiga.

Termos de indexação: Zea mays L., regulador de crescimento, rendimento.

INTRODUÇÃO

A manipulação do arranjo espacial de plantas é uma das práticas de manejo mais importantes para potencializar o rendimento de grãos da cultura do milho (Argenta et al., 2001). A redução do espaçamento entre linhas de 0,90 m para 0,45 m, mantendo-se a densidade constante, promove maior uniformidade espacial das plantas na linha,

reduzindo a competição intraespecífica pelos recursos do meio, favorecendo a interceptação e a eficiência do uso da luz solar incidente (Sangoi et al., 2010).

A escolha de genótipos de alto potencial produtivo, associada às mudanças no arranjo de plantas e a aplicação de elevadas doses de N em cobertura proporcionam o aumento da produtividade. No entanto, ocasionam o aumento da altura de planta e de inserção de espiga, tornando as plantas suscetíveis ao acamamento e quebraimento de colmo (Duete et al., 2008), o que dificulta a colheita mecanizada.

Para a adoção destas práticas preconiza-se a escolha de cultivares de porte baixo, no entanto nem sempre estas cultivares estão disponíveis ou adaptadas à região de cultivo, o que exige a adoção de técnicas alternativas, como o uso de reguladores de crescimento. O Trinexapac-etil têm-se mostrado efetivo com redução acentuada do comprimento do colmo de trigo, além de aumentar o rendimento de grãos (Zagonel & Fernandes, 2007).

Para a cultura do milho, o uso de Trinexapac-etil surge como uma alternativa para cultivares de interesse que não possuem arquitetura foliar moderna, que pode alterar o porte e a anatomia das plantas, permitindo a redução do espaçamento entre linhas. Deste modo, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico da cultura do milho de primeira safra, submetida à aplicação de Trinexapac-etil em diferentes estádios de desenvolvimento vegetativo e cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas, com mesma população de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na FAZESC-UEL, em duas safras agrícolas 2012/2013 e 2013/2014, sob o

sistema de semeadura direta, em solo do tipo Latossolo Vermelho distroférrico. Os dados meteorológicos do período de condução do estudo foram obtidos junto à estação Meteorológica do IAPAR (**Figura 1**).

Foram avaliados dez tratamentos, sob o delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas. As parcelas principais receberam os dois espaçamentos entre linhas: 0,45 e 0,90 m e as subparcelas as cinco épocas de aplicação de Trinexapac-etil (TE): testemunha sem aplicação, V3, V6, V9 e V12, com quatro repetições. Para o espaçamento 0,45 m as parcelas foram constituídas de seis linhas com cinco m e para o de 0,90 m, quatro linhas de cinco m, sendo a área útil da parcela as linhas centrais, desprezando-se uma linha de cada lado e 0,5 m das extremidades das mesmas, para ambos os espaçamentos.

A semeadura foi realizada mecanicamente nos espaçamentos propostos utilizando a cultivar de milho híbrido simples Status Viptera, com aproximadamente 80.000 plantas ha^{-1} . Para a adubação de semeadura na safra 2012/2013 foram aplicados 325 kg ha^{-1} do formulado (N-P-K) 08-20-10 e na safra 2013/2014, 312 kg ha^{-1} do formulado 08-28-16, conforme a caracterização química do solo (não apresentada no trabalho), e com base nas recomendações para a região. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada em ambos os experimentos, no estádio V6. Foram aplicados a lanço 157,5 kg ha^{-1} de N, utilizando como fonte a ureia (45% N), para todos os tratamentos.

O regulador de crescimento vegetal, Trinexapac-etil (Moddus®) foi aplicado via foliar com o uso de pulverizador costal pressurizado (CO_2) com pressão, vazão e volume de calda de 150L ha^{-1} e adição de 1L ha^{-1} (250 g i. a. ha^{-1} TE). As aplicações nas épocas definidas foram realizadas conforme a escala fenológica da cultura (Ritchie et al., 2003). A testemunha foi composta apenas por água e as demais aplicações houve a adição de TE.

Durante o desenvolvimento da cultura a área experimental foi monitorada com relação a pragas, doenças e plantas daninhas. A colheita foi realizada manualmente no estádio R6, grãos com 20% de umidade, na área útil da parcela.

Foram avaliadas as características fitométricas e a produtividade de grãos. Para as características fitométricas avaliaram-se dez plantas aleatórias da área útil da parcela: Altura da planta: a distância do colo da planta até a inserção da folha bandeira, dados médio em m; Altura de inserção da espiga: o comprimento da base da planta até a inserção da primeira espiga, dados médios em m.

A produtividade de grãos foi obtida por meio da debulha e pesagem dos grãos colhidos na área útil da parcela. Os dados foram ajustados para kg

ha^{-1} com correção do teor de água médio de 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey $p < 0,05$, separadamente para as safras em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a safra 2012/2013 constatou-se interação significativa entre os fatores espaçamento entre linhas e épocas de aplicação de TE para a altura de planta (AP) e de inserção de espiga (AE) (**Tabela 1**). Já na safra 2013/2014 a AP foi afetada pela época de aplicação e a AE pelo espaçamento e época de aplicação de TE (**Tabela 1**). Na **tabela 2** estão apresentados os desdobramentos da interação dos fatores estudados para estas características, safra 2012/2013.

No espaçamento 0,45 m a aplicação de TE no estádio V12 e em 0,90 m a aplicação em V9 e V12 reduziram a AP, em relação à testemunha. A AP foi menor no espaçamento 0,45 m em relação 0,90 m com a aplicação de TE nos estádios V3, V12 e na testemunha. Com aplicação em V9 o espaçamento 0,90 m resultou em menor AP. Já com a aplicação de TE em V6 não houve diferença de AP entre os espaçamentos avaliados. No entanto, Zagonel & Ferreira (2013) em cultivo de milho primeira safra, avaliando o híbrido Status TL e o Maximus TLTG não constataram alteração de AP com a aplicação de TE nas doses 0,0; 187,5; 375,0 e 562,5 g i.a. ha^{-1} independente da época de aplicação, nos estádios V2, V4, V6 e V8.

Comportamento semelhante à AP foi constatado no presente estudo para a AE no espaçamento 0,45 e 0,90 m, mostrando-se menor com a aplicação de TE em V12. No estádio V6 de aplicação de TE houve menor AE para 0,90 m em relação ao 0,45 m, e nas demais épocas não houve diferença entre os espaçamentos. Já na safra 2013/2014, a aplicação de TE no estádio V9 apresentou maior redução da AP quando comparado com os demais tratamentos (**Tabela 1**). Ainda, a AE foi menor no espaçamento 0,45 m em relação ao 0,90 m e a aplicação de TE nos estádios V6 e V9 também reduziu a AE em relação aos demais tratamentos. Conforme observado, as plantas ao serem submetidas ao regulador no estádio V6 e V9 tiveram significativa redução na divisão e alongação celular durante o período considerado como de grande incremento de alongação do colmo (Ritchie et al., 2003), obtendo-se plantas de menor porte com menor altura de espiga. A menor AE no espaçamento 0,45 m, deve-se provavelmente a menor competição entre as plantas pelos recursos do meio, principalmente luz, proporcionada pelo melhor arranjo de plantas, uma vez que não houve alteração na densidade de

plantas.

A produtividade de grãos (PG) foi alterada significativamente pela interação dos fatores estudados na safra 2012/2013, no entanto, na safra 2013/2014 não foi alterada pelos fatores em estudo (**Tabela 3**). Os desdobramentos da interação entre os fatores estudados para PG na safra 2012/2013 estão apresentados na **tabela 4**. A PG no espaçamento 0,45 m foi maior com a aplicação de TE em V6, e menor com a aplicação V3 e V12 e no espaçamento 0,90 m mostrou-se maior com a aplicação em V3 para a safra 2012/2013. Para efeito de espaçamento entre linhas, nos tratamentos testemunha e aplicação de TE em V12 no espaçamento 0,45 m houve maior produtividade de grãos do que o 0,90 m, enquanto que na aplicação em V3 e V6 o espaçamento 0,90 m resultou em maior produtividade. Na aplicação em V9 não houve diferença entre os espaçamentos. Zagonel & Fernandes (2007) observaram incrementos de produtividade em trigo com o uso de TE, estando estes incrementos ligados diretamente às alterações morfológicas ocasionadas pelo TE na AP e na arquitetura foliar, o que possivelmente garantiu melhor atividade fotossintética da cultura.

Durante a condução da cultura na safra 2012/2013 houve condições meteorológicas favoráveis durante o cultivo para o estabelecimento, crescimento, florescimento e enchimento de grãos da cultura, com precipitação pluvial total de 984 mm, bem distribuídas (**Figura 1A**), favorecendo o desempenho produtivo de grãos. Obteve-se produtividade média mínima de 8245,99 kg ha⁻¹, estando acima da média para o Estado do Paraná de 8150,00 kg ha⁻¹ na safra 2012/2013 (Conab, 2013).

Na safra 2013/2014 a produtividade de grãos não foi alterada pelos fatores estudados. A diferença de resposta do híbrido nas duas safras possivelmente ocorreu devido às interações entre os fatores estudados com os elementos meteorológicos durante o cultivo. É provável que a baixa pluviosidade (53,4 mm) ocorrida após o florescimento da cultura, durante o período de 07/01 à 13/02/2014 (**Figura 1B**), compreendendo os estádios reprodutivos de R2 a R4 tenha reduzido a produtividade final em relação à safra 2012/2013.

Considerando que a aplicação de TE reduziu a altura de planta e de inserção de espiga sem afetar o rendimento de grãos, ganhos de produtividade podem ser obtidos com incremento da densidade de plantas, principalmente com o uso de espaçamento reduzido, visando o aumento da produtividade por área.

CONCLUSÕES

A época de aplicação de TE interage com os espaçamentos entre linhas alterando o crescimento e o desempenho produtivo da cultura do milho.

Para o espaçamento 0,45 m a aplicação de TE em V12 e para o 0,90 m a aplicação em V9 e V12 reduz a altura de planta e de inserção de espiga.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.71-78, 2001.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira Grãos: Décimo segundo levantamento, safra 2012/13**. Brasília: CONAB, 2013. 29 p.

DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C.; TRIVELIN, P. C. O.; AMBROSANO, E. J. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (15N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, n. 1, p. 161-171, 2008.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Piracicaba: Potafos, 2003. 20p.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho**. Lages: Graphel, 2010. 64p.

ZAGONEL, J.; FERREIRA, C. Doses e épocas de aplicação de regulador de crescimento em híbridos de milho. **Planta Daninha**, v.31, n.2, p.395-402, 2013.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento, afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.331-339, 2007.

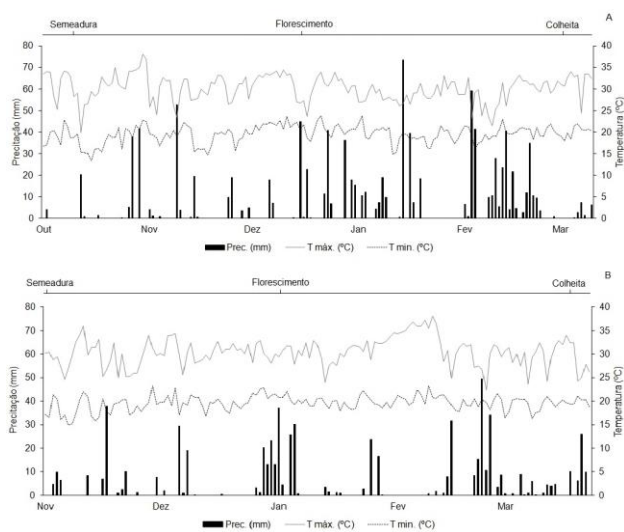


Figura 1. Dados diários de temperaturas máximas e mínimas e de precipitação pluvial durante o período de condução do milho de primeira safra 2012/2013 (A) e 2013/2014 (B), conduzidos em Londrina – PR.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância e médias de altura de planta (AP) e de inserção de espiga (AE), em função de espaçamento entre linhas e épocas de aplicação de TE em milho primeira safra.

FV	2012/2013		2013/2014		
	Características fitométricas				
	AP	AE	AP	AE	
Esp.	M				
0,45	1,95	1,25	1,90	1,13 b	
0,90	1,98	1,24	2,01	1,21 a	
Época					
T	2,05	1,27	2,01 ab	1,23 a	
V3	2,03	1,27	2,09 a	1,24 a	
V6	2,04	1,26	1,95 b	1,10 b	
V9	1,96	1,25	1,72 c	1,03 b	
V12	1,74	1,18	2,00 ab	1,24 a	
GL	Quadrado Médio				
Bloco	3	0,0003	0,0001	0,014	0,012
Esp.	1	0,010*	0,0006 ^{ns}	0,111 ^{ns}	0,067*
Erro 1	3	0,0001	0,0001	0,024	0,006
Época	4	0,137*	0,011*	0,150*	0,076*
Ép x E	4	0,009*	0,001*	0,007 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Erro 2	24	0,0008	0,0005	0,006	0,003
CV1 %		0,58	1,09	7,96	6,87
CV2 %		1,47	1,9	4,19	4,83

ns = não-significativo pelo teste F; * significativo $p < 0,05$ pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 2 – Desdobramento da interação para médias de altura de planta (AP) e de inserção de espiga (AE) para o ano safra de 2012/2013, em função de espaçamentos entre linhas e épocas de aplicação de TE em milho.

Época	AP (m)		AE (m)	
	Espaçamento			
	0,45	0,9	0,45	0,9
T	2,01 Bb	2,09 Aa	1,27 ABa	1,26 Aa
V3	1,97 Bb	2,09 Aa	1,27 ABa	1,27 Aa
V6	2,05 Aa	2,03 Ba	1,29 Aa	1,23 Bb
V9	1,99 Ba	1,94 Cb	1,24 Ca	1,25 ABa
V12	1,72 Cb	1,75 Da	1,17 Da	1,19 Ca

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna para efeito de épocas de aplicação de TE e minúsculas na linha para efeito de espaçamento entre linhas, não diferem entre si

pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância e médias de produtividade de grãos (PG), em função de espaçamento entre linhas e épocas de aplicação de TE em milho primeira safra.

FV	GL	2012/2013		2013/2014	
		PG			
		PG		PG	
Esp.		kg ha ⁻¹			
0,45		9586,62		5345,32	
0,9		8942,82		4698,05	
Ép					
T		9115,21		5385,4	
V3		9842,35		5379,94	
V6		9376,94		4993,7	
V9		9743,1		4165,29	
V12		8245,99		5184,07	
FV	GL	Quadrado médio			
Bloco	3	168838,24		1161662,1	
Esp.	1	4144778,60*		4189571,5 ^{ns}	
Erro 1	3	195229,54		1930449,1	
Época	4	3270521,42*		2042406,3 ^{ns}	
Ép x Esp.	4	4218336,37*		1454936,7 ^{ns}	
Erro 2	24	101427,16		1391698,2	
CV1 %		4,77		27,67	
CV2 %		3,44		23,49	

ns = não-significativo pelo teste F; * significativo $p < 0,05$ pelo teste F.

Tabela 4 – Desdobramento da interação para médias de produtividade de grãos (PG) na safra 2012/2013, em função de espaçamentos entre linhas e épocas de aplicação de TE em milho.

Época	PG (kg ha ⁻¹)	
	0,45	0,9
T	9839,82 Ba	8390,60 Cb
V3	9049,93 Cb	10634,77 Aa
V6	10492,99 Ab	8260,88 Ca
V9	9835,06 Ba	9651,14 Ba
V12	8715,29 Ca	7776,69 Cb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna para efeito de épocas de aplicação de TE e minúsculas na linha para efeito de espaçamento entre linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.