

Correlação entre os componentes morfológicos e produtivos do milho em função do sistema de semeadura e do uso da irrigação

Correlation between the morphological and productive components of corn as a function of the sowing system and the use of irrigation

José Roberto Chaves Neto^{1,7}; Ricardo Boscaini²; Renato Carnellosso Guerra³; Nívea Raquel Ledur⁴; Maurivan Travessini⁵; Ivan Francisco Dressler da Costa⁵

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS.

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Engenharia Rural, Santa Maria, RS.

³ TIMAC Agro, Santa Maria, RS.

⁴ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Defesa Fitossanitária, Santa Maria, RS.

⁵ Cooperativa Agrícola Mista Sul Riograndense (CAMSUL), Santa Maria, RS.

⁶ Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS.

⁷ Autor para correspondência (*Author for correspondence*): jose.chavesneto@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho foi quantificar o grau de relação entre os componentes morfológicos e produtivos de milho em função do sistema de semeadura e do uso da irrigação. Os experimentos foram desenvolvidos em Latossolo Vermelho Distrófico típico, no ano agrícola de 2014/2015. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro tratamentos (CI-C: com irrigação/sistema de semeadura convencional; CI-D: com irrigação/sistema de semeadura direta; SI-C: sem irrigação/sistema de semeadura convencional e SI-D: sem irrigação/sistema de semeadura direta), em quatro repetições. Houve diferença significativa entre os tratamentos (sistema de semeadura e irrigação) para as variáveis altura da planta (AP), massa da espiga (ME), número de grãos por fileira (NG/F), número de grãos por espiga (NG/E), massa de grãos por espiga (MG/E) e produtividade de grãos (PROD). Quando a análise multivariada houve correlação positiva significativa entre as variáveis AP x APE, ME x NG/E, ME x MG/E, ME x PROD, NG/E x MG/E, MG/E x PMG, MG/E x PROD e PMG x PROD. O tratamento CI-D proporcionou maior altura de planta, número de grãos por espiga, número de grãos por fileira, massa da espiga e conseqüentemente maior produtividade de grãos. As variáveis mais correlacionadas e de intensidade muito forte foram: massa da espiga e número de grãos por espiga, massa da espiga e massa de grãos por espiga, número de grãos por espiga e massa de grãos por espiga, massa de grãos por espiga e produtividade de grãos.

Palavras-chave: Semeadura direta, semeadura convencional, produtividade de grãos.

Abstract

The objective of this work was to quantify the degree of relationship between the morphological and productive components of corn as a function of the sowing system and the use of irrigation. The experiments were developed in typical Dystrophic Red Latosol in the agricultural year of 2014/2015. The experimental design was a randomized complete block design with four treatments (CI-C: with irrigation / conventional seeding system, CI-D: with irrigation / no-tillage system, SI-C: no irrigation / conventional seeding system, and SI-D: no irrigation / no-tillage system), in four replications. There was a significant difference between treatments (sowing system and irrigation) for plant height (AP), ear mass (ME), number of grains per row (NG/F), number of grains per spike (NG/E), grain mass per ear (MG/E) and grain yield (PROD). When the multivariate analysis showed a significant positive correlation between the variables AP x APE, ME x NG/E, ME x MG/E, ME x PROD, NG/E x MG/E, MG/E x PMG, MG/E x PROD and PMG x PROD. The treatment CI-D provided higher plant height, number of grains per spike, number of grains per row, spike mass and consequently higher grain yield. The most correlated variables with a very strong intensity were: ear mass and number of grains per spike, ear mass and grain mass per spike, number of grains per spike and grain mass per spike, grain mass per spike and yield of grains.

Keywords: Direct sowing, conventional sowing, grain yield.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertencente à família *Poaceae*, é um dos principais cereais cultivados no mundo. Apresenta alto potencial produtivo, alcançando 10 t ha⁻¹ de grãos, no Brasil, em condições experimentais e por agricultores que adotam tecnologias adequadas. Esta cultura contribuiu para a sustentabilidade econômica da agricultura no Brasil, constituindo juntamente com o arroz e o feijão a base da alimentação de grande parte da população brasileira, além de ser também muito utilizado na alimentação animal (Silva et al., 2010; Miranda et al., 2012). As áreas de cultivo de milho vêm aumentando ano após ano, na safra 2014/2015, o Brasil produziu cerca de 84 milhões de toneladas de milho (*Zea mays* L.), o que o tornou, além de autossuficiente para o consumo interno, um dos principais países exportadores desse cereal. Na última safra (2017/18) a área cultivada no Brasil atingiu aproximadamente 16 milhões de hectares cultivados, produtividade de 4.967 kg ha⁻¹ e produção superior a 82 milhões de toneladas de grãos (Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB, 2018).

O sistema de cultivo no Brasil e no mundo vem sofrendo mudanças ao longo do tempo, no modo de manejar as culturas tanto na implantação como durante o ciclo, como por exemplo implementação do sistema de semeadura direta, o adensamento de plantas, a utilização de híbridos com diferentes níveis de resistência as doenças e ampliação das épocas de cultivo (1ª e 2ª safra), tais mudanças com o propósito de assegurar o potencial produtivo dos híbridos, aumentando a produtividade de grãos por área (Mendes et al., 2011; Sabato et al., 2013). Além destas, vem sendo utilizada a irrigação para contornar o déficit hídrico, que ao longo dos últimos anos, é um fenômeno frequentemente verificado em semeadura no período da safrinha, e recentemente também na safra, para diversas culturas, dentre elas a do milho (Silva et al., 2010). De acordo com Silva et al. (2012), a cultura do milho apresenta alta demanda hídrica, sendo considerada uma das mais eficientes no uso da água, ou seja, tem uma alta relação de

produção de matéria seca por unidade de água absorvida.

De acordo com Silva et al. (2012), um outro parâmetro que interfere na eficiência do uso da água pelas plantas é a quantidade de cobertura morta na superfície do solo, que por sua vez é influenciada pelo sistema de semeadura, visto que o sistema de semeadura direta que vem sendo adotado na maioria das áreas de cultivo de milho, parâmetros que influenciam diretamente os componentes morfológicos e produtivos. Stone & Moreira (2000), as práticas de preparo do solo e manejo durante o cultivo interferem no desenvolvimento e produtividade das culturas, visto que afeta diretamente a densidade, a porosidade e o armazenamento de água ao longo do perfil do solo. Segundo Andrade et al. (2002), a presença de palhada na superfície do solo, em quantidade adequada, altera a relação solo-água, pois previne a evaporação, minimizando a taxa de evapotranspiração das culturas, fato de grande importância nos estádios em que o dossel dessas não cobre totalmente o solo, implicando em redução na frequência de irrigação e resultando em economia nos custos de operação do sistema de irrigação.

Nos últimos anos, em paralelo a implementação da irrigação nas áreas de cultivo de milho vem sendo observado um aumento na incidência e na severidade nas doenças. Este fato pode estar relacionado não só ao uso inadequado da irrigação, como também devido ao aumento das áreas plantadas, o crescimento do monocultivo, o sistema de semeadura direta e também outras mudanças implementadas nos sistemas de cultivo (Casa et al., 2006; Rizzardi et al., 2017). No entanto a associação do uso inadequado da irrigação com os restos de cultura deixados no campo em função da utilização da semeadura direta, propiciam condições favoráveis, que aceleram a disseminação e aumentam a taxa de desenvolvimento dos fungos causadores de doenças relacionadas as espigas e aos grãos, acarretando perda na qualidade dos grãos como também na produtividade, gerando assim prejuízos econômicos (Mendes et al., 2011; Chaves Neto et al., 2017b).

As podridões de espigas são consideradas as principais doenças relacionadas aos grãos, que provocam a redução da produtividade e da qualidade fitossanitária dos grãos (“grãos ardidos”), por consequência da infecção ocasionada pelo desenvolvimento dos fungos, que paralisa o processo normal de enchimento de grãos e por consequência redução no peso das espigas (Rizzardi et al., 2017). Estes fungos biosintetizam micotoxinas provocando a contaminação dos grãos, tais substâncias são altamente tóxicas aos animais e seres humanos, quando ingerida em altas concentrações (Pinto, 2005; Juliatti et al., 2007; Stefanello et al., 2012). Estas doenças estão frequentemente associadas aos fungos presentes no campo, sendo os mais frequentes *Stenocarpella maydis*, *S. macrospora*, *Fusarium verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *Gibberella zaeae*, espécies dos gêneros *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. (Pinto, 2005; Pinto et al., 2007).

Segundo Chaves Neto et al. (2017b), nos últimos anos no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, o sistema de semeadura direta, é uma realidade nas áreas de cultivo de milho, e mais recentemente o emprego da irrigação na safrinha e também na safra. Rizzardi et al. (2017), destacam que a região sul do Brasil apresenta condições climáticas favoráveis que associadas as práticas culturais adotadas e executadas inadequadamente nos sistemas de cultivos, e à natureza necrotrófica dos fungos causadores das podridões de espigas e grãos ardidos, agravam as perdas de qualidade e produtividade de grãos.

OBJETIVO

São necessárias pesquisas para verificar a influência dos sistemas de semeadura e da irrigação no desenvolvimento das plantas, e também seus efeitos sobre a produtividade de grãos na cultura do milho. Com base nisso o objetivo deste trabalho foi quantificar o grau de relação entre os componentes morfológicos e produtivos de milho em função do sistema de semeadura e do uso da irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados e conduzidos na área experimental da Cooperativa Central Gaúcha Ltda (CCGL), na safra agrícola 2014/2015, localizada no município de Cruz Alta, região centro-norte do estado de Rio Grande do Sul, Brasil (28° 51' 49" S de latitude e 53° 31' 40" W de longitude e altitude média de 452 m).

O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Embrapa, 2013b). O clima da região, é do tipo Cfa definido como úmido em todas as estações do ano, verão quente e moderadamente quente (Köppen, 1948). A precipitação pluvial média anual é de 875 mm e a temperatura média registradas diariamente na estação meteorológica de superfície automática (Cruz Alta-A853) entre os meses de setembro de 2014 a março de 2015, foi de 16,9 °C. Os dados climáticos referentes ao período de desenvolvimento do trabalho estão relacionados na figura 1.

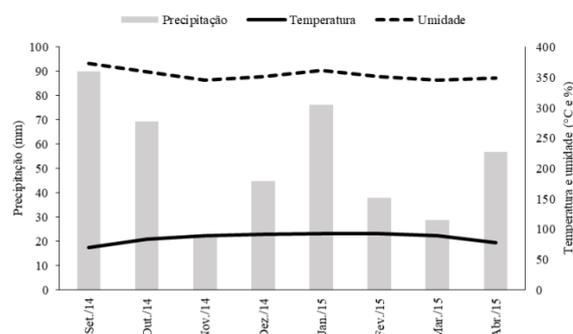


Figura 1. Precipitação pluvial mensal e médias da temperatura e umidade relativa do ar durante na área experimental para a safra agrícola (2014/15), em Cruz Alta, RS.

Figure 1. Monthly rainfall and averages of the temperature and relative humidity of the air during the experimental area for the agricultural harvest (2014/15), in Cruz Alta, RS.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 4 tratamentos (Áreas de cultivo), em quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais, com combinações entre os sistemas de semeadura direta (SSD) e convencional (SSC) na presença e ausência da irrigação com aspersão em pivô central fixo (Tabela 1). Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas de 10 m de comprimento, espaçadas 0,50 m entre

si, onde cada parcela possuía uma área total de 20 m².

Tabela 1. Tratamento, configuração e descrição dos fatores de variação.

Table 1. Treatment, configuration and description of variation factors.

Áreas de cultivo	Fatores - Descrição
CI-C	Sistema de semeadura convencional / com irrigação
CI-D	Sistema de Semeadura Direta / com Irrigação
SI-C	Sistema de Semeadura Convencional / sem irrigação
SI-D	Sistema de Semeadura Direta / sem irrigação

Inicialmente a área experimental foi dividida em duas partes iguais, sendo uma parte conduzida na presença de irrigação e a outra na ausência de irrigação. Posteriormente estas duas partes foram subdivididas em partes iguais, onde uma parte foi destinada ao sistema de semeadura direta (SPD), sendo implantada sobre restos da cultura de inverno (aveia + nabo forrageiro), já a outra parte da área para o sistema de semeadura convencional (SPC), onde o preparo do solo constituiu-se de uma gradagem média e outra leve, na véspera da implantação do experimento. A adubação de base foi aplicada, no momento da semeadura, no sulco, 300 kg ha⁻¹ da formulada de N, P₂O₅ e K₂O (09-26-14) (Embrapa, 2013b).

O híbrido de milho utilizado para todos os experimentos foi o BG7060HR, características agronômicas descritas na tabela 1. A semeadura foi realizada mecanicamente, com auxílio de uma semeadora-adubadora, em 16 linhas com cerca de 10 m de comprimento, espaçadas 0,5 m entre si. Foram colocadas, aproximadamente, 6 sementes por metro linear de sulco, com germinação média de 90%, o que permitiu estabelecer uma população de 65.000 plantas ha⁻¹. A semeadura e a emergência das plântulas ocorreram em 17 e 27/09/2014, respectivamente.

Tabela 2. Híbrido BG7060HR utilizado no experimento e suas respectivas características agronômicas.

Table 2. Hybrid BG7060HR used in the experiment and their respective agronomic characteristics.

Características	BG7060HR
Tipo de híbrido	Simplex
Ciclo	Precoce
Porte da planta	Médio
Textura do grão	Semidentado
Finalidade de uso	Produção de grãos
Época de plantio	Cedo/Normal
Sanidade de grãos	Resistente
Empresa	BioGene

Fonte: Cruz, et al. (2013).

O tratamento das sementes, a adubação de plantio e cobertura, o controle de pragas e plantas daninhas foram realizados conforme recomendações propostas para a cultura na região (Embrapa, 2013b). A adubação de plantio foi realizada com a aplicação de 300 kg ha⁻¹ do formulado 09-26-14 (N, P₂O₅ e K₂O). Para a adubação de cobertura, foi aplicado sulfato de amônio (300 kg ha⁻¹), posicionado na entrelinha, a uma distância de aproximadamente 0,20 m do colmo das plantas de milho, aos 35 dias após a emergência.

O manejo das plantas daninhas foi realizado em pós-emergência com o herbicida Sanson 40SC (40 g/L de nicosulfuron) na concentração de 0,3 L ha⁻¹ e Atrazina, com concentração de 2,0 L/ha e capina manual conforme a necessidade. Para o controle de insetos-pragas foi realizado a aplicação do inseticida, clorpirifós (1 L ha⁻¹), aos 30 dias após a semeadura (DAS).

As sementes utilizadas para a implantação da cultura em todas as áreas foram tratadas com o fungicida/inseticida STANDAK TOP, na dose de 115 g i.a./100 Kg de sementes, respectivamente, para todos os híbridos, em todos os ensaios, como forma de prevenção ao ataque das principais pragas iniciais da cultura.

Nas áreas de cultivo onde foi empregado o uso da irrigação foi adotado a irrigação por aspersão (pivô central), que foram executadas em um turno de rega fixo de cinco dias, com aplicação da lâmina de irrigação a 100% da evapotranspiração da cultura.

A colheita das espigas foi realizada quando os grãos apresentavam umidade média de 18,8% (Cruz et al., 2013), manualmente na área útil de cada unidade experimental. Para a colheita e para as avaliações pré-colheita foram consideradas como área útil as duas linhas internas descartando-se 1 m de cada extremidade das linhas internas (área útil 8,0 m²), para excluir o efeito da bordadura.

Componentes morfológicos avaliados

Altura de plantas (AP): determinada a partir da medição da distância entre o colo da planta e a inserção do pendão floral, em 10 plantas por parcela experimental (Borghini et al., 2004);

Altura de inserção da 1ª espiga (APE): determinada a partir da medição da distância entre o colo da planta e a inserção da primeira espiga, em 10 plantas por parcela experimental (Borghini et al., 2004).

Componentes produtivos avaliados

Massa da espiga (ME): determinada pela pesagem de 10 espigas de cada unidade experimental, os resultados expressos em g;

Número de fileiras de grãos por espiga: determinado pela contagem do número de fileiras de grãos, em 10 espigas de cada unidade experimental (Gonçalves Junior et al., 2008);

Número de grãos por fileiras: determinado pela contagem do número de grãos por fileira, em 10 espigas de cada unidade experimental;

Número de grãos por espiga: determinado pela multiplicação do número de grãos por fileiras, em 10 espigas de cada unidade experimental;

Massa de grãos por espiga (g): determinada a partir da debulha das 10 espigas utilizadas e em seguida pesagem dos grãos.

Peso de mil grãos (PMG): determinada pela a partir da contagem ao acaso de mil grãos de cada unidade experimental e pesagem, os resultados expressos em g (Mendes et al., 2012; Rizzardi et al., 2017);

Produtividade de grãos: determinada pela debulha de todas as espigas da unidade experimental e posterior pesagem dos grãos, sendo corrigida para 13 % de umidade e os resultados expressos em kg ha⁻¹ (Mendes et al., 2012; Rizzardi et al., 2017).

Os resultados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade dos erros, em seguida, os dados foram à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (p ≤ 0,05) (Ferreira, 2011). Também foi utilizada correlação linear simples com o software Statistica 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 estão os resultados da análise de variância dos dados referentes aos componentes morfológicos avaliados. Observou-se que houve diferença significativa (p ≤ 0,05) entre os tratamentos (CI-C, CI-D, SI-C e SI-D) apenas para o componente morfológico altura de planta. Os coeficientes de variação foram de 13,78 % para altura de inserção da primeira espiga (APE) e 8,99 % para altura da planta (AP) (Tabela 3), não sendo constatado nenhuma interferência externa significativa que comprometesse a continuidade do experimento.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis altura de inserção da primeira espiga (APE) e altura da planta (AP).

Table 3. Summary of the analysis of variance for the variables insertion height of the first spike (APE) and height of the plant (AP).

FV ¹	gl ²	APE	AP
		Quadrados Médios	
Tratamento	3	193,83 ^{NS}	1692,36*
Erro	36	195,29	189,99
CV (%)		13,78	8,99
MS ³		15,21	16,01
Média Geral		91,56	153,33

⁽¹⁾ fonte de variação, ⁽²⁾ grau de liberdade, ⁽³⁾ quadrado médio, * significativo a 5% e ^(NS) não significativo.

A altura de inserção da primeira espiga (APE) não diferiu entre os tratamentos avaliados, cuja média foi de 91,58 cm (Figura 2). A altura de planta sofreu influência dos tratamentos

(Irrigação + sistema de semeadura), sendo que, o tratamento com irrigação e conduzido no sistema de semeadura direta (CI-D), apresentou valores estatisticamente superiores aos demais tratamentos, com média de 171,00 cm.

Segundo Rizzardi e Pires (1996), ao avaliar os componentes morfológicos da cultura do milho, como altura de planta e altura de inserção da primeira espiga é de grande importância, uma vez que, estes componentes estão diretamente relacionados com o percentual de plantas acamadas e quebradas. Assim como neste trabalho a influência do sistema de semeadura e do uso da irrigação, como outras técnicas de manejo e condução da cultura, também foram relatados por Torres et al. (2013), que ao avaliarem o efeito de diferentes espaçamentos entre linhas, observaram diferença significativa para os componentes morfológicos altura de planta e inserção da primeira espiga.

Por outro lado, Borghi et al. (2004), ao avaliarem os componentes morfológicos e produtivos da cultura do milho em função de diferentes fatores de implantação e manejo da cultura, dentre eles o sistema de semeadura, constataram que a altura das plantas e a inserção da primeira não foram afetadas por tais fator. Plantas com menor altura de inserção de espiga são desejadas pelos melhoristas da cultura do milho, visto que quanto maior for a relação entre altura de inserção de espiga e altura da planta, mais deslocado estará o centro de gravidade da mesma é maior e conseqüentemente maior a possibilidade de quebra do colmo, uma vez que, o milho aloca cerca de 50% da fitomassa total nos grãos ao final do ciclo (Kappes, 2010; Vilela et al.,2012). O valor médio de altura de planta encontrado neste estudo corrobora com os obtidos por Gilo et al. (2011), que constataram no sistema de semeadura direta valor médio de 183,40 cm, obtido no mesmo espaçamento entre plantas utilizado neste trabalho.

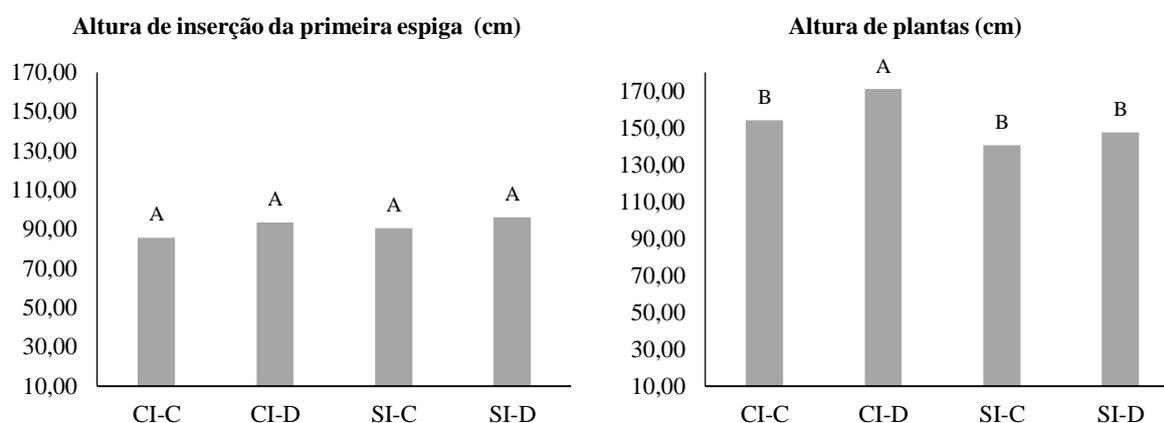


Figura 2. Valores médios para altura de inserção da primeira espiga (APE) e altura de plantas (AP). *Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, em nível de significância de 5%.

Figure 2. Mean values for first ear insertion height (APE) and plant height (AP). *Averages followed by the same letters in the column do not differ statistically from each other by the Tukey test, at a significance level of 5%.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 4 referente ao resumo da análise de variância dos dados para os componentes produtivos avaliados, pode-se observar que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos (CI-C, CI-D, SI-C e SI-D) para os componentes produtivos massa da espiga (ME), número de grãos por fileira (NG/F), número de grãos por espiga (NG/E), massa de

grãos por espiga (MG/E) e produtividade de grãos (PROD). Os coeficientes de variação foram de 9,03 (PMG) a 17,58 % (NG/E), mostrando que a precisão experimental não apresentou nenhuma interferência externa significativa que comprometeu a continuidade do experimento.

Tabela 4. Resumo de análise de variância e valores médios para componentes produtivos: massa da espiga (ME - g), número de fileiras de grãos por espiga (NFG/E), número de grãos por fileira (NG/F), número de grãos por espiga (NG/E), massa de grãos por espiga (MG/E - g), peso de mil grãos (PMG - g) e produtividade de grãos (PROD - kg ha⁻¹).

Table 4. Summary of variance analysis and mean values for productive components: ear mass (ME - g), number of rows per ear (NFG / E), number of grains per row (NG / F), number (NG / E), grain mass per spike (MG / E - g), weight of a thousand grains (PMG - g) and grain yield (PROD - kg ha⁻¹).

F ¹	GL ²	ME	NFG/E	NG/F	NG/E	MG/E	PMG	PROD
		Quadrados Médios						
Tratamento	3	33582,37*	4,88 ^{NS}	201,81*	71619,37*	26065,66*	68397,83 ^{NS}	2571164,40*
Erro	36	2401,04	3,05	47,04	11783,67	2116,94	90843,98	227547,86
CV (%)		17,27	12,05	15,42	17,58	10,23	9,03	12,40
DMS		28,46	1,01	3,99	63,05	26,72	175,06	1001,78
Média Geral		197,66	14,49	27,00	394,59	152,20	424,34	3846,70

(¹) fonte de variação, (²) grau de liberdade, * significativo a 5% e (^{NS}) não significativo.

Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos para o componente produtivo número de fileiras de grãos por espiga (NFG/E), com média de 14 (Figura 3). Já para o componente produtivo número de grãos por fileira (NG/F), constatou-se diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os

tratamentos (Figura 3), tendo o tratamento CI-D (com irrigação e conduzido no sistema de semeadura direta) o maior valor com 27 e 394 grãos, respectivamente, diferindo dos demais tratamentos, indicando que o número de grãos por espiga (NG/E) é influenciado pelo uso da irrigação e pelo sistema de semeadura.

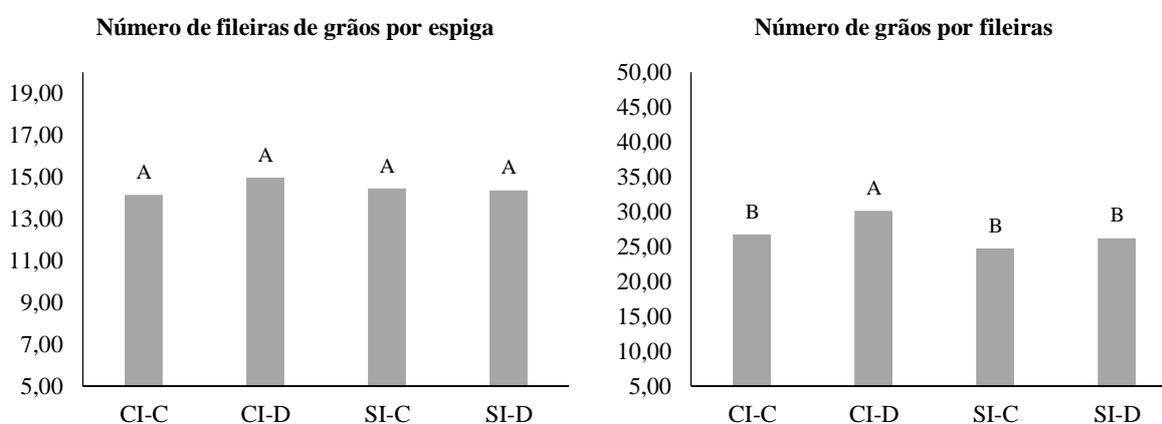


Figura 3. Valores médios para número de fileiras de grãos por espiga (NFG/E) e número de grãos por fileira (NG/F). * Médias seguidas de mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, em nível de significância de 5%.

Figure 3. Mean values for number of grain rows per spike (NFG / E) and number of grains per row (NG / F). * Averages followed by the same letters do not differ statistically from each other by the Tukey test, at a significance level of 5%.

Para o número de grãos por espiga (NG/E), foi constatado diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, tendo o tratamento CI-D (com irrigação e conduzido no sistema de semeadura direta) o maior valor com 394 grãos, diferindo dos demais tratamentos (Figura 4). Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos para o componente produtivo massa da espiga (ME) (Figura 4). Os

valores variaram entre 150,43 a 218,77g com média de 179,66 g, cujo maior valor foi obtido para o tratamento CI-D (com irrigação e conduzido no sistema de semeadura direta).

A maior massa da espiga encontrada neste trabalho foi verificada no tratamento com irrigação e conduzido no sistema de semeadura direta (CI-D), no entanto este resultado

contradiz os verificados por Borghi et al. (2004), que não observaram diferenças entre o sistema de semeadura direta e convencional, para a característica massa da espiga. Influência da irrigação no aumento da massa da espiga também foi observada por Soares et al. (2010), ao avaliarem a influência de diferentes manejos de irrigação sobre os componentes produtivos de milho cultivados no município de Jaguari, RS, observaram que o uso da irrigação influenciou no aumento dos componentes de produção.

O uso da irrigação nas áreas de cultivo de milho já é uma realidade, com base nisso muitos trabalhos científicos são desenvolvidos para avaliar os efeitos do fator água, durante todo o ciclo da cultura, concentraram estudos no impacto do déficit hídrico no período crítico do milho, na fase da pré-floração ao início de enchimento de grãos (Bergamaschi et al., 2004). De acordo com Bergamaschi et al. (2006), existe alguns entraves para inserção da prática da irrigação na cultura do milho, dentre eles é que esta prática demandaria grande disponibilidade de água e que a implantação dos sistemas resultaria em um elevado custo.

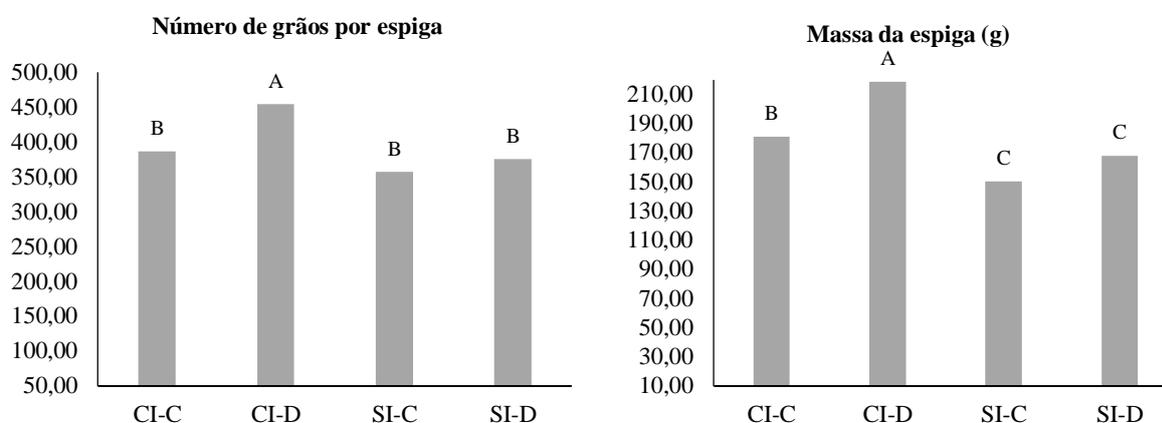


Figura 4. Valores médios para número de grãos por espiga (NG/E) e massa da espiga (ME). *Médias seguidas de mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, em nível de significância de 5%.

Figure 4. Mean values for number of grains per ear (NG / E) and ear mass (ME). *Averages followed by the same letters do not differ statistically from each other by the Tukey test, at a significance level of 5%.

Para a massa de 1000 grãos não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos avaliados, com valores variando entre 393,97 a 485,02 g, com média de 424,34 g (Figura 5). A produtividade de grãos diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos avaliados, destacando-se o tratamento CI-D (com irrigação e conduzido no sistema de semeadura direta), por apresentar a maior produtividade (4.895,45 kg ha⁻¹) diferindo dos demais tratamentos (Figura 5).

A massa de mil grãos obtida neste estudo, não foi influenciada pelo uso da irrigação e pelo sistema de semeadura. No entanto, Borghi et al. (2004), ao avaliarem os efeitos de diferentes fatores de manejo e adubação, dentre estes os sistemas de semeadura direta e

convencional, observaram que o sistema de semeadura convencional resultou nos maiores valores de massa de 1000 grãos. Soares et al. (2010), ao avaliarem a influência diferente manejos de irrigação sobre os componentes produtivos de dois híbridos de milho cultivados no município de Jaguari, RS, observaram que o uso da irrigação influenciou positivamente aumentando a massa de mil grãos.

Os valores de produtividade encontrados neste estudo estão de acordo com as médias do Estado do Rio Grande do Sul, que são inferiores a 6.560,00 kg ha⁻¹ para a mesma safra agrícola 2014/15 (Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB, 2015). Valores próximos aos encontrados neste trabalho foram citados por Chaves Neto et al. (2017a),

que avaliando a influência da aplicação foliar de fungicidas no controle da mancha de *Phaeosphaeria maydis* na cultura do milho, no estado do Rio Grande do Sul, verificaram produtividade variando de 3.988,22 a 6.543,23 kg ha⁻¹, para o mesmo híbrido avaliado nesse estudo.

O efeito da irrigação sobre a produtividade de milho também foi observado por Soares et al. (2010), que ao avaliar a produtividade de dois híbridos de milho cultivados sob diferentes manejos de irrigação, no município de Jaguari, RS, constataram que o uso da irrigação influenciou nos componentes de produção e no rendimento final de grãos.

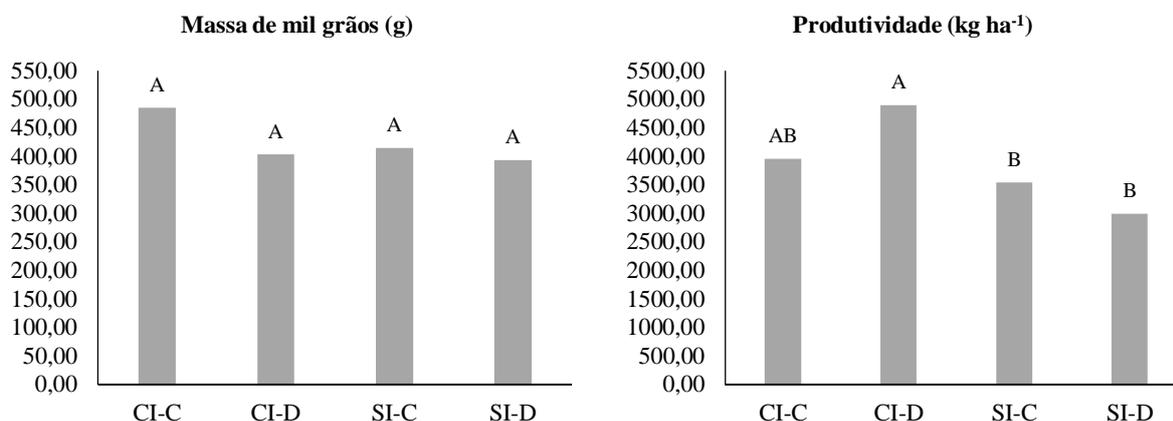


Figura 5. Valores médios para massa de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD). * Médias seguidas de mesmas letras, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, em nível de significância de 5%.

Figure 5. Mean values for a thousand grain mass (PMG) and grain yield (PROD). * Averages followed by the same letters do not differ statistically from each other by the Tukey test, at a significance level of 5%.

Na Tabela 5 estão as correlações entre os componentes morfológicos e produtivos e pode-se notar que houve correlação positiva significativa ($p \leq 0,05$) entre as variáveis AP x APE (0,914*), ME x NG/E (0,987*), ME x MG/E (0,999*), ME X PROD (0,960*), NG/E x MG/E (0,989*), MG/E x PMG (0,914*), MG/E x PROD (0,968*) e PMG x PROD (0,934*).

De acordo com Nascimento et al. (2014), correlações positivas entre características morfológicas ou produtivas mostram que estas são beneficiadas ou prejudicadas pelas mesmas causas de variação. A correlação positiva de intensidade muito forte entre as variáveis altura de planta (AP) e altura de inserção da primeira espiga observada neste trabalho, indica que quanto maior a altura de planta maior será a altura de inserção da primeira espiga.

A variável massa da espiga apresentou correlação positiva de intensidade muito forte com as variáveis número de grãos por espiga, massa de grãos por espiga e produtividade de

grãos, sinal de que a massa da espiga foi diretamente proporcional ao número de grãos por espiga, massa de grãos por espiga, que por sua vez, é acompanhado pelo incremento na produtividade de grãos. Lopes et al. (2007) também verificaram correlação significativa entre estes mesmos componentes, sendo constatado correlação positiva significativa.

A correlação positiva de intensidade muito forte entre as variáveis número de grãos por espiga e massa de grãos por espiga (Tabela 5), indica que quanto maior o número de grãos por espiga, maior será a massa de grãos por espiga.

A variável massa de grãos por espiga correlacionou positivamente com as variáveis peso de mil grãos e produtividade de grãos (tabela 5), mostrando que a presença de espigas com maior massa de grãos e maior número de grãos por fileira tem efeito direto sobre o peso de mil grãos e produtividade de grãos de determinado híbrido. Lopes et al. (2007), destacaram que a seleção de espigas com maior peso de 100 grãos e maior número

de grãos por fileira tem efeito direto sobre o aumento do peso de grãos por espiga, variáveis correlacionadas entre si, comportamento semelhante ao observado neste trabalho.

A correlação entre componentes morfológicos da planta (altura de planta, altura de inserção

da primeira espiga) e produtivos (número de grãos por fileira, número de fileiras por espiga, peso da espiga, massa de grãos por espiga) em muitos casos são positivas, aspecto que pode estar atribuído à maior uniformidade das plantas (Lopes et al., 2007; Souza et al., 2014).

Tabela 5. Correlação linear simples entre as componentes morfológicas e produtivos: altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira espiga (APE), número de grãos por fileira (NG/F), número de fileiras por espiga (NF/E), massa de espiga (ME), massa de grãos por espiga (MG/E), peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD), analisados em milho cultivado em sistema de semeadura direta e convencional, com e sem irrigação.

Table 5. Simple linear correlation between morphological and productive components: plant height (PH), first ear insertion height (HFE), number of grains per row (NG/R), number of rows per spike (NR/S), grain mass per ear (GM/E), weight of a thousand grains (WTG) and grain yield (GY), analyzed in maize grown in a conventional and direct no-tillage system, with and without irrigation.

	AP	APE	ME	NFG/E	NG/E	MG/E	PMG	PROD
AP	1,000							
APE	0,914*	1,000						
ME	0,132	0,527	1,000					
NFG/E	0,538	0,696	0,689	1,000				
NG/E	0,217	0,688	0,987*	0,796	1,000			
MG/E	0,092	0,799	0,999*	0,666	0,982*	1,000		
PMG	-0,947	-0,019	0,727	-0,622*	-0,151	0,914*	1,000	
PROD	-0,183	0,875	0,960*	0,693	0,878	0,668	0,934*	1,000

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), **Não significativo.

CONCLUSÕES

O tratamento irrigado conduzido no sistema de semeadura direta proporcionou maior altura de planta, número de grãos por espiga, número de grãos por fileira, massa da espiga e consequentemente maior produtividade de grãos. As variáveis mais correlacionadas e de intensidade muito forte foram: massa da espiga e número de grãos por espiga, massa da espiga e massa de grãos por espiga, número de grãos por espiga e massa de grãos por espiga, massa de grãos por espiga e produtividade de grãos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro e pela bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. S.; MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; CARVALHO, J. A. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 35-38, 2002.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p.831-839, 2004.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RADIN, B.; BIANCHI, C. A. M.; PEREIRA, P. G. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.
- BORGHI, E.; MELLO, L.M.M.; CRUSCIOL, C.A.C. Adubação por área e por planta, densidade populacional e desenvolvimento do milho em função do sistema de

manejo do solo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 26, n. 3, p. 337-345, 2004.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do gênero *Stenocarpella*. *Fitopatologia Brasileira*, v. 31, n. 5, p. 427-439, 2006.

CHAVES NETO, J. R.; BOSCAINI, R.; COSTA, I. F. D.; LEDUR, N. R.; GUERRA, R. C.; MEZZOMO, W.; PUERARI, H. H. Influence of foliar application of fungicides to control *Phaeosphaeria* leaf spot in maize. *Cultura Agronômica*, v. 26, n. 4, p. 573-583, 2017.
CHAVES NETO, J. R.; TRAVESSINI, M.; BOSCAINI, R.; LEDUR, N. R.; COSTA, I. F. D. Eficácia da aplicação foliar de fungicidas no controle de mancha-branca do milho. *Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v. 11, n. 1, p. 31-36, 2017b.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 2 – Safra 2014/15, n. 11 – Décimo primeiro levantamento, agosto de 2015.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento **Acomp. safra bras. grãos, v. 5 – Safra 2017/18, n. 11 – Décimo primeiro levantamento, agosto de 2018**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 31 agosto de 2018.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; QUEIROZ, L. R. **Quatrocentas e sessenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2013/14**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Sete Lagoas, MG, 2013. Disponível em: <http://www.cnpmis.embrapa.br/milho/cultivares/>. Acesso em: 14/05/2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. In: **Reunião técnica anual de milho. Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015**. Brasília/DF, 2013b, 124 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. *Ciência & Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GILO, Eraldo Godinho et al. Comportamento de híbridos de milho no cerrado sul-mato-grossense sob diferentes espaçamentos entre linhas. *Bioscience Journal*, v. 27, n. 6, 2011.

GONÇALVES JUNIOR, A. C.; NACKE, H.; STREY, L.; SCHWANTES, D.; SELZLEIN, C. Produtividade e componentes de produção do milho adubado com cu e NPK em um Argissolo. *Scientia Agraria*, v. 9, n. 1, p. 35-40, 2008.

JULIATTI, F. C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. P.; POLIZEL, A. C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. *Bioscience Journal*, v. 23, n. 2, p. 34-41, 2007.

KAPPES, C. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas**. 2010. 127 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México, DF: Fundo de Cultura Económica, 1948. 71p.

LOPES, S. J.; LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; DAMOI, H. P.; BRUMI, B.; SANTOS, V. J. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. *Ciência Rural*, v.37, n.6, p.1536-1542, 2007.

MENDES, M. C.; VON PINHO, R. G.; MACHADO, J. C.; ALBUQUERQUE, C. J. B., FALQUETE, J.C.F. Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espiga. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 5, p. 931-939, 2011.

MENDES, M. C.; VON PINHO, R. G.; VON PINHO, E. V. R.; FARIA, M. V. Comportamento de híbridos de milho inoculados com os fungos causadores do complexo grãos ardidos e associação com parâmetros químicos e bioquímicos. *Revista Ambientia*, v. 8, n. 2, p. 275-292, 2012.

MIRANDA, R. A. **Economia na Produção**. Embrapa: Sete Lagoas, MG, 2012.

NASCIMENTO, R. S.; CARDOSO, J. A.; COCOZZA, F. D. Caracterização física e físicoquímica de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no oeste da Bahia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 8, p. 856–860, 2014.

PINTO, N. F. J. A. **Grãos ardidos em milho**. Circular técnica 66. Embrapa Milho e Sorgo: Sete Lagoas, MG, 2005. 6 p.

PINTO, N. F. J. A. **Reação de cultivares com relação à produção de grãos ardidos em milho**. (Comunicado técnico, 144). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 4 p.

RIZZARDI, D. A.; FARIA, C. M. D. R.; FARIA, M. V.; MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; FIGUEIREDO, A. S. T.; POSSATO JÚNIOR, O. Artificial com *Stenocarpella maydis* em híbridos de milho. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 16, n.2, p. 166-170, 2017.

RIZZARDI, M. A.; PIRES, J. L. Resposta de cultivares de milho à distribuição de plantas na linha, com e sem controle de plantas daninhas. *Ciência Rural*, v. 26, n. 1, p. 13-17, 1996.

SABATO, E. O.; PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T. **Identificação e controle de doenças na cultura do milho**. 2. ed. Embrapa: Brasília, DF, 2013. 198p.

SILVA, J. B.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E.; VIEIRA, R. D. Efeito da irrigação sobre o potencial fisiológico de

sementes de soja em semeadura de inverno. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 073-082, 2010.

SILVA, M. R. R.; VANZELA, L. S.; VAZQUEZ, G. H.; SANCHES, A. C. Influência da irrigação e cobertura morta do solo sobre as características agronômicas e produtividade de milho. **Irriga**, Edição Especial, p. 170 - 180, 2012.

SOARES, F. C.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; PARIZI, A. R. C.; RAMÃO, C. J.; VIVAN, G. A. Resposta da produtividade de híbridos de milho cultivado em diferentes estratégias de irrigação. **Irriga**, v. 15, n. 1, p. 36-50, 2010.

SOUZA, T. V.; RIBEIRO, C. M.; SCALON, J. D.; GUEDES, F. L. Relações entre componentes de rendimento e características morfológicas de milho. **Magistra**, v. 26, n. 4, p. 495-506, 2014.

STEFANELLO, J.; BACHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; HIRATA, L. M.; PONTIM, B. C. A. Incidência de fungos em grãos de milho em função de diferentes épocas de aplicação foliar de fungicida. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, p. 476-481, 2012.

STONE, F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos de sistemas de manejo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Revista Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p.831-841, 2000.

TORRES, F. E.; LANGHI, G.; TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; CORRÊA, C. C. G.; OLIVEIRA, E. P. Desempenho de híbridos de milho cultivados em diferentes espaçamentos na região do cerrado brasileiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 411-416, 2013.

VILELA, R.G.; ARF, O.; KAPPES, C. et al. Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 25-33, 2012.