

Períodos de semeadura de milho, sob regime de sequeiro na safra, em Minas Gerais

Christoph Hermann Passos Tigges⁽¹⁾; Camilo de Lelis Teixeira de Andrade⁽²⁾; Priscila Ponciana Gomes da Silva⁽³⁾; Bruna Gomes Magalhães⁽⁴⁾; Bruno Ferreira Melo⁽⁵⁾; Wander Lauro do Amaral⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Agrônômica pela UFSJ, bolsista Embrapa, Rod. MG 424, Km 45, 35.702-098, Sete Lagoas, MG, e-mail chris.tigges@gmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Engenheiro Agrícola, PhD em Engenharia de Irrigação/Modelagem, Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Graduanda em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ, Bolsista Embrapa; ⁽⁴⁾ Mestranda em Produção Vegetal, Universidade Federal de São João del-Rei, UFSJ; ⁽⁵⁾ Graduando em Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Sete Lagoas, UNIFEM, Bolsista CNPq;

RESUMO: A produção de milho, sob condições de sequeiro, é uma prática muito utilizada em Minas Gerais e fortemente afetada pela variabilidade climática sazonal e interanual. Simularam-se, através do modelo CSM-CERES-Maize, diferentes cenários de época de semeadura do milho, em regime de sequeiro, para 19 municípios de Minas Gerais, a fim de estabelecer a melhor data e período de semeadura e a produtividade média esperada, em regime de sequeiro na primeira safra, para diferentes regiões de Minas Gerais. Tanto a melhor data, quanto o período de semeadura, variam consideravelmente entre os municípios devido à diversidade edafoclimática deles. A produtividade média simulada com dados reais de solo foi maior que a produtividade simulada com dados fictícios, indicando a importância de obter dados reais para uso no zoneamento de risco climático do Mapa. Há espaço para aumento da produtividade de sequeiro mediante transferência de tecnologia para ajuste do sistema de produção, incluindo a data de semeadura na safra.

Palavras-chave: *Zea mays L.*, variabilidade da produtividade, modelagem

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo e o Estado de Minas Gerais ocupa o terceiro lugar em produção no país (AGRIANUAL, 2015). Entretanto, o rendimento médio de milho é baixo e apresenta grande variação entre as regiões de Minas. A maior parte da produção de milho em Minas Gerais é realizada em condições de sequeiro, estando sujeita às instabilidades climáticas, especialmente o regime de chuvas. Para a cultura do milho, a água é fator determinante na produção, principalmente na fase de germinação e nos períodos de floração e enchimento de grãos. Por esta razão, as oscilações nas safras de milho, das principais regiões produtoras do Brasil, estão

associadas à disponibilidade de água, sobretudo no período crítico da cultura (BERGAMASCHI et al., 2006). De acordo com Wagner et al. (2013), a disponibilidade hídrica é um dos principais fatores considerados na definição dos períodos preferenciais de cultivo para obtenção das melhores produtividades.

A forma mais tradicional para determinação das épocas de semeadura de culturas é através da experimentação convencional, em campo, que, todavia, demanda grande volume de recursos materiais e humanos. Uma forma alternativa é através da utilização de modelagem que penaliza a produtividade potencial da cultura devido ao estresse hídrico, como é realizado hoje no zoneamento de risco climático (ZRC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2015). Todavia, o emprego de modelos de crescimento de culturas, como o DSSAT (JONES et al., 2003), vem sendo testado, com a vantagem de que, além de se determinar a aptidão para a produção e o período de semeadura, fornece também uma expectativa de produtividade (PAIXÃO et al., 2016). O objetivo deste estudo foi determinar, empregando dados reais de solo e modelagem, a melhor data, o período de semeadura e a produtividade de milho, em regime de sequeiro na safra, para municípios de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Empregou-se o modelo CSM-CERES-Maize, versão 4.6.1 (HOOGENBOOM et al., 2014), previamente calibrado e avaliado para a cultivar DKB390PRO (ANDRADE et al., 2016), para simular semeaduras semanais, com início em 1^o de agosto e término em 24 de julho, totalizando 52 épocas, em 19 municípios de Minas Gerais, como segue: Aimorés, Araçuaí, Araxá, Bambuí, Caratinga, Curvelo, Itamarandiba, Ituiutaba, Janaúba, Lavras, Montes Claros, Machado, Patos de Minas, Pompéu, Paracatu, Sete Lagoas, Uberaba, Unai e Viçosa.

Dados existentes de atributos físico-hídricos e químicos de camadas do perfil do solo, determinados a partir de amostras coletadas em fazendas, foram preparados no formato de entrada do modelo DSSAT. Considerou-se nas simulações um sistema de produção com espaçamento entre linhas de 0,5 m e densidade de 68.000 plantas ha⁻¹. A cultura anterior ao milho era a braquiária, que deixou 2.000 kg ha⁻¹ de palhada, com 1% de nitrogênio. A adubação nitrogenada de plantio consistiu em 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de monoamônio fosfato (MAP). Após 25 dias da semeadura, foi aplicado 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia.

Considerando como aceitável uma redução máxima de 10% da produtividade de uma certa semana, em comparação com a maior produtividade média entre todas as semanas, foi possível determinar a janela de semeadura para cada localidade (AMARAL et al., 2009). Diferentemente do ZRC do Mapa e do trabalho de Paixão et al. (2016), no presente estudo foram utilizados dados reais de solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como era de se esperar, uma grande variação no início e na duração do período de semeadura foi observada entre os municípios (Figura 1), uma vez que as condições climáticas de Minas Gerais não são homogêneas, em função de sua localização geográfica, relevo, continentalidade, variabilidade de biomas e de fitofisionomias, apresentando condições termodinâmicas que resultam em diferentes regimes de chuvas (GUIMARÃES et al., 2010).

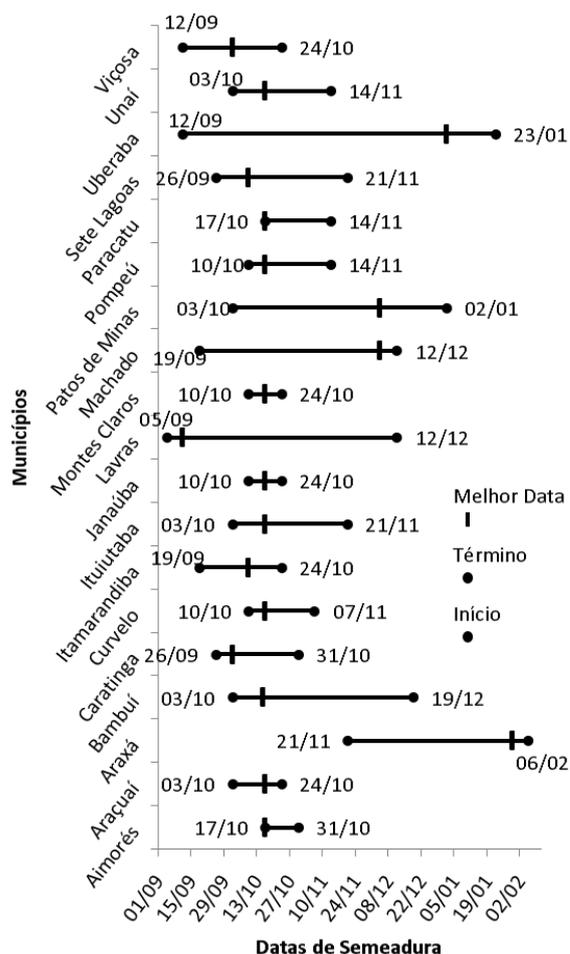
A temperatura do ar, que controla a duração do ciclo do milho e pode afetar a sua produtividade, é também influenciada pela altitude, latitude e longitude e, normalmente, decresce com o aumento da altitude numa proporção de aproximadamente 1 °C por 100 m (FRITZSONS et al., 2008). Segundo Santana (2004), a distribuição sazonal da produtividade de milho, de forma geral, segue a distribuição do regime de chuvas, que em Minas Gerais tem estações bem definidas. Portanto, a utilização de janelas de semeaduras é a maneira mais barata de mitigar as perdas de produtividade devido ao déficit hídrico.

Embora valores medianos de produtividade elevados, em regime de sequeiro na safra, tenham sido simulados, observa-se uma grande variação interanual, mesmo para a melhor data de semeadura (Figura 2). Essa oscilação na produtividade deve-se à interação da cultivar com o ambiente, especialmente com as condições climáticas, uma vez que se programaram

adubações de alta produtividade para evitar o estresse nutricional.

O fator mais limitante na produção de milho, sob regime de sequeiro, é o déficit hídrico (GALON et al., 2010), daí a grande amplitude entre os valores mínimos e máximos de produtividade simulada em regime de sequeiro. Mesmo em anos com volume e distribuição de chuva adequados podem ocorrer oscilações na produtividade, pois outros elementos do clima como a temperatura do ar afetam a duração do ciclo da cultura e a produtividade.

Figura 1. Janela e melhor data (traço) de semeadura em 19 municípios de Minas Gerais.



Em geral, quanto maior a latitude e a altitude, maior a produtividade simulada de milho, pois a temperatura e a precipitação estão relacionadas com altitude e latitude (GUIMARÃES et al., 2010; SANTANA, 2004).

As médias de produtividade estimadas pelo IBGE (2015) são consideravelmente inferiores às simuladas pelo modelo, com exceção do município

de Unaí, para o qual os dados da estação climatológica localizada no Vão não representam as condições da Chapada, localizada cerca de 300 m mais elevada e onde a maior parte da produção de milho do município ocorre (**Figura 2, Tabela 1**). Produtividades simuladas mais elevadas que as estimadas pelo IBGE na maioria dos municípios refletem duas situações: 1 - Em muitos municípios o cultivo de milho se dá na safrinha, cujo potencial produtivo é menor, sobretudo devido ao estresse hídrico; 2 - É possível que o nível tecnológico usado pelos produtores esteja aquém do potencial produtivo da cultivar usada neste estudo, havendo, portanto, espaço para melhoria, mediante ajustes no sistema de produção.

As janelas de semeadura, resultantes deste estudo, diferiram das divulgadas pelo Mapa e das obtidas no estudo realizado por Paixão et al. (2016) para um solo de textura média cuja água disponível na camada 0 a 0,5 m é 32 mm. Segundo o ZRC do Mapa (BRASIL, 2015), a janela de semeadura do milho para todas as 19 localidades se inicia no dia 1º de outubro, ao passo que no trabalho de Paixão et al. (2016) e no presente estudo o início das semeaduras em alguns municípios pode ser antecipado (**Figura 1**). As diferenças entre as janelas estabelecidas no ZRC do Mapa e as obtidas com modelos de sistemas se devem às metodologias empregadas em cada caso. Enquanto no ZRC do Mapa se utiliza um índice de estresse hídrico, os modelos de processo integram vários outros fatores que afetam a produtividade da cultura. As janelas determinadas por Paixão et al. (2016), para o solo tipo II, de textura média, são mais restritivas que as obtidas no presente estudo, exceto em Curvelo, Ituiutaba e Viçosa. Isso é decorrente do grande efeito da capacidade de água disponível do solo no desempenho da cultura de milho de sequeiro. Em todos os municípios estudados, a capacidade de água disponível na camada 0 a 0,5 m do perfil do solo foi maior que os 32 mm assumidos para o solo tipo II de textura média empregado nas simulações realizadas por Paixão et al. (2016). Localidades com janela de semeadura mais ampla, em geral, estão associadas com uma maior disponibilidade de água do solo.

Com exceção de Machado, a produtividade simulada com dados reais de solo foram maiores que as produtividades simuladas por Paixão et al. (2016) empregando dados fictícios de solo e também maiores que a média estimada pelo IBGE para o período 2003 a 2014. Comparando os resultados de rendimento anual médio, estimados pelo IBGE, com a produtividade média da janela do presente estudo (**Tabela 1**), pode-se observar uma diferença considerável, indicando que existe espaço para o aumento da produção de milho, sob regime de sequeiro, por meio de adequação nas técnicas de manejo, tais como adubação, controle de pragas

e plantas daninhas, além da escolha da data de semeadura e da utilização de uma cultivar com alto potencial produtivo.

Tabela 1. Produtividade média simulada com dados fictícios de solo de textura média e com dados reais de solo e rendimento médio estimado pelo IBGE.

Municípios	Produtividade média da Janela de Semeadura (kg ha ⁻¹)		
	Solo tipo II (1)	IBGE (2)	Solo Real (3)
Aimorés	2521	3413	4690
Araçuaí	2430	860	4947
Araxá	6482	5183	9816
Bambuí	5811	6071	7535
Caratinga	4981	2327	7865
Curvelo	4614	3475	6487
Itamarandiba	4942	2133	7592
Ituiutaba	5014	5008	7213
Janaúba	2661	718	5174
Lavras	6382	5633	8949
Machado	6501	5375	5999
Montes Claros	3474	1802	8066
Paracatu	5255	6426	8443
Patos de Minas	6013	6792	7863
Pompéu	5472	3704	7323
Sete Lagoas	5561	4779	8207
Uberaba	5561	7075	9121
Unaí	4649	7200	7321
Viçosa	5474	4119	6535

(1) Produtividade da cultivar DKB390PRO em solo de textura média (PAIXÃO et al., 2016); (2) Produtividade média estimada pelo IBGE; (3) Produtividade média da cultivar DKB390PRO com dados reais de solo.

CONCLUSÃO

Observou-se uma grande diferença entre as épocas e a melhor data de semeadura para os municípios, resultantes da interação da cultura com as condições edafoclimáticas. As produtividades

médias simuladas e os períodos de semeadura são dependentes da capacidade de retenção de água do solo, indicando a importância de se obterem dados reais de solo para uso no zoneamento de risco climático do Mapa. Os resultados também indicam que existe potencial para aumentar a produtividade de grãos de milho, em condições de sequeiro, na safra, em todos os municípios estudados.

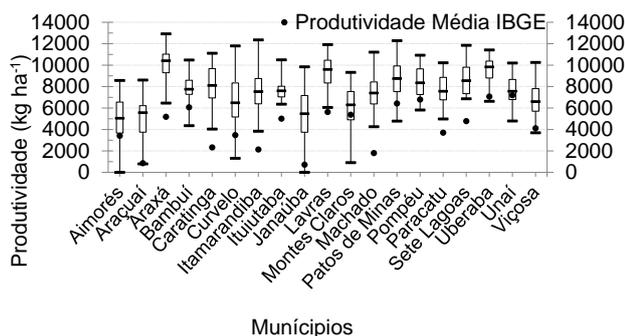


Figura 2. Variabilidade interanual da produtividade, na janela de semeadura, obtida através da simulação e produtividade média do IBGE (círculos) em 19 municípios de Minas Gerais.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa CAG-APQ-01199-13. À Embrapa pelo suporte aos trabalhos de campo e pela bolsa de iniciação científica do primeiro autor.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2015. 480 p.

AMARAL, T. A.; ANDRADE, C. L. T.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, D. F.; SANTANA, C. B.; MOURA, B. F.; CASTRO, L. A. **Metodologia para o estabelecimento do período de semeadura de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 13 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 88).

ANDRADE, C. L. T.; SILVA, P. P. G.; MAGALHÃES, B. G.; PAIXÃO, J. S.; MELO, B. F.; TIGGES, C. H. T. Parametrização do modelo CSM-CERES-Maize para uma cultivar de alta produtividade. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: [s.n]; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. No prelo.

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**, Brasília, DF, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimentos. **Zoneamento agrícola de risco climático**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>>. Acesso em: 23 maio 2016.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 10, n. 1, p. 49-64, 2008.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; ROCHA, A. A.; SOARES, E. R.; CONCEIÇÃO, G.; ALBERTO, C. M. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 3, 2011.

GUIMARÃES, D. P.; REIS, R. J. dos; LANDAU, E. C. **Índices pluviométricos em Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 88 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 30).

HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; WILKENS, P. W.; PORTE, C. H.; BOOTE, K. J.; HUNT, L. A.; SINGH, U.; LIZASO, J. L.; WHITE, J. W.; URYASEV, O.; ROYCE, F. S.; OGOSHI, R.; GIJSMAN, A. J.; TSUJI, G. Y. **Decision support system for agrotechnology transfer: version 4.6**. Washington: DSSAT Foundation, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 18 maio 2016.

JONES, J. W.; HOOGENBOOM, G.; PORTER, C. H.; BOOTE, K. J.; BATCHERLOR, W. D.; HUNT, L. A.; WILKES, P. W.; SINGH, U.; GIJSMAN, A. J.; RITCHIE, J. T. DSSAT Cropping System Model. **European Journal of Agronomy**, v. 18, p. 235-265, 2003.

PAIXÃO, J. S.; ANDRADE, C. L. T.; SILVA, P. P. G.; MAGALHÃES, B. G.; MELO, B. F. **Aptidão e potencial de produção de milho em municípios de Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. No prelo.

SANTANA, M. O. **Análise espaço-temporal do regime de chuvas e seus efeitos no rendimento agrícola no estado de Minas Gerais**. 2004. 155 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

WAGNER, M. V.; SIDNEI, O.; JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F.; SAITO, L. R.; LIMA, A. dos S. Estimativa da produtividade do milho em função da disponibilidade hídrica em Guarapuava, PR, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 2, p. 170-179, 2013