

UTILIZAÇÃO DO MODELO CERES-MAIZE COMO FERRAMENTA NA DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE SEMEADURA DE MILHO: 2 – SISTEMA DE PRODUÇÃO IRRIGADO

CAMILO L. T. ANDRADE¹, TALES ANTÔNIO AMARAL², DENISE FREITAS SILVA³, AXEL GARCIA Y GARCIA⁴, GERRIT HOOGENBOOM⁵, DANIEL PEREIRA GUIMARÃES⁶, ANTÔNIO CARLOS OLIVEIRA⁶, CIRLEIDY BRANDÃO DE SANTANA⁷

¹Pesquisador Dr. Embrapa Milho e Sorgo Rod. MG 424 Km 65 Zona Rural CEP 35701-970 - Sete Lagoas, MG, fone (31) 3027-1335, e-mail: camilo@cnpmis.embrapa.br.

²Biólogo - MSc Fisiologia Vegetal – Bolsista CNPq.

³Eng. Agrícola, DSc Recursos Hídricos e Ambientais – Bolsista CNPq.

⁴Pesquisador Dr., Biological and Agricultural Engineering, The University of Georgia, USA.

⁵Professor, Dr. Biological and Agricultural Engineering, The University of Georgia, USA.

⁶Pesquisador Dr. EMBRAPA Milho e Sorgo.

⁷Graduanda Engenharia Ambiental - UNIFEMM, Bolsista PIBIC/Fapemig.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte, MG

RESUMO: O uso da irrigação se constitui numa alternativa para alavancar a produção de milho na região central de Minas Gerais, que é carente de grãos. Modelos de simulação de culturas acoplados a ferramentas de apoio à decisão podem ser empregados para auxiliar na avaliação de estratégias de semeadura que possibilitem a obtenção de produtividades elevadas com o uso racional dos recursos hídricos. Utilizaram-se dados de produtividade de grãos de milho simulados e uma metodologia estatística para desenvolver um critério de decisão para datas de semeadura em um sistema de produção de milho irrigado. Tolerando-se uma redução de 10% na produtividade, em relação ao valor médio máximo, o período de semeadura na região deve ser de 23 de janeiro a 27 de março.

PALAVRAS-CHAVE: Simulação, irrigação, datas de semeadura.

USE OF CERES-MAIZE MODEL AS A TOOL TO DETERMINE SOWING STRATEGIES: 2 – IRRIGATED PRODUCTION SYSTEM

ABSTRACT: The use of irrigation is an alternative to boost maize production in central region of Minas Gerais, which is short of grains. Crop simulation models linked to Decision Support Systems can be used to assist on evaluating planting strategies to produce high yields with rational use of water resources. Simulated maize grain yield data and a statistical methodology were used to develop a decision criterion to determine the best sowing date window for an irrigated maize production system. By accepting a 10% yield reduction in relation to an expected maximum average, the planting window for the region should be from January 23 to March 27.

KEYWORDS: Simulation, irrigation, sowing dates.

INTRODUÇÃO: A região central de Minas Gerais, com uma produtividade média de 4.500 kg ha⁻¹ (AGRIANUAL, 2008) apresenta um déficit de cerca de 60% na produção anual de grãos de milho, tendo que importar esta matéria prima de outras regiões do Estado. A Variabilidade climática pode afetar significativamente o rendimento da cultura, mesmo quando semeada no período considerado adequado (ANDRADE et al., 2009), sendo o estresse hídrico provocado por veranicos, um dos fatores que mais contribui para a quebra de produtividade. O uso da irrigação constitui-se uma alternativa para alavancar a produção, mas

mesmo em condições adequadas de suprimento de água, outros fatores ambientais podem afetar o desempenho das culturas (LOZADA et al., 1999). O conhecimento dos elementos climáticos de uma região é útil na determinação dos períodos críticos predominantes, permitindo, assim, o planejamento das semeaduras de forma a reduzir os efeitos negativos sobre a produtividade das culturas (ASSIS, 2004). Como há interação entre os diversos fatores que afetam o desenvolvimento e a produtividade das culturas, a individualização do efeito é difícil de ser quantificada, podendo ser facilitada, todavia, com o uso da modelagem. O modelo Cropping System Model (CSM)-Ceres-Maize do DSSAT (“Decision Support System for Agrotechnology Transfer”) (HOOGENBOOM et al., 2009), pode ser usado para simular a produtividade das culturas e auxiliar na definição de estratégias que permitam um melhor aproveitamento dos recursos naturais. O objetivo do trabalho consistiu em definir estratégias de semeadura de milho irrigado na região de Sete Lagoas, MG, a partir a análise de dados de produtividade da cultura simulados com o modelo Ceres-Maize.

MATERIAL E MÉTODOS: Empregou-se o modelo CSM-Ceres-Maize, do DSSAT, versão 4.5, previamente calibrado e avaliado, para simular o rendimento de grãos de milho, semeado semanalmente ao longo do ano, em Sete Lagoas, MG (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos simulados com suas respectivas datas de semeadura

Tr	Data	Tr	Data	Tr	Data	Tr	Data	Tr	Data	Tr	Data
1	01/08	10	03/10	19	05/12	28	06/02	37	10/04	46	12/06
2	08/08	11	10/10	20	12/12	29	13/02	38	17/04	47	19/06
3	15/08	12	17/10	21	19/12	30	20/02	39	24/04	48	26/06
4	22/08	13	24/10	22	26/12	31	27/02	40	01/05	49	03/07
5	29/08	14	31/10	23	02/01	32	06/03	41	08/05	50	10/07
6	05/09	15	07/11	24	09/01	33	13/03	42	15/05	51	17/07
7	12/09	16	14/11	25	16/01	34	20/03	43	22/05	52	24/07
8	19/09	17	21/11	26	23/01	35	27/03	44	29/05	53	31/07
9	26/09	18	28/11	27	30/01	36	03/04	45	05/06		

Tr = Identificação do tratamento que é o número da semana ao longo do ano.

O modelo foi programado para simular um sistema de produção de alta produtividade para a região do Cerrado, cujos detalhes foram descritos em ANDRADE et al. (2009). Empregou-se o híbrido triplo BRS 3060, com aptidão para produção de silagem, milho verde e grãos. Utilizaram-se na simulação dados diários de precipitação, de temperatura máxima e mínima do ar e de insolação, obtidos de uma série histórica de Sete Lagoas, MG, com 46 anos de registros. A irrigação, do tipo aspersão com eficiência global de 100%, foi programada para ser aplicada automaticamente de acordo com a necessidade da cultura. Assumiu-se uma profundidade de controle de 0,30 m e um fator de depleção de 50% da água disponível do solo. As lâminas de irrigação foram calculadas para retornar o solo à capacidade de campo, de forma que a cultura não sofresse qualquer estresse hídrico. Para cada data de semeadura, geraram-se 46 dados simulados de produtividade de grãos, que foram plotados no formato de distribuição de frequência e de médias associadas à variância. Adicionalmente, para cada data de semeadura, determinou-se a probabilidade associada à certa porcentagem de redução da produtividade de grãos em relação à produtividade média máxima, de acordo com a equação 1:

$$\left(1 - \frac{P_i}{P_{\max}}\right) * 100 \quad \text{Eq. 1}$$

Em que P_i é a produtividade de grãos de cada ano e P_{\max} é a produtividade média máxima. O critério de decisão empregado para se definir o período de semeadura baseou-se num valor de

redução da produtividade da cultura, em relação ao valor médio máximo histórico (P_{max}), tolerável pelo agricultor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Mesmo com a cultura mantida em condições adequadas de umidade no solo, através de irrigações automáticas, nota-se variação estacional e interanual da produtividade de grãos, com amplitudes consideráveis na maioria das datas de semeadura, indicando que outros fatores além de estresse hídrico afetam consideravelmente o rendimento da cultura (Figura 1a). Para semeaduras realizadas de 30 de janeiro a 20 de março, os rendimentos medianos de grãos variaram de 9944 a 10709 kg ha⁻¹, muito próximos dos valores medidos por ANDRADE et al. (2004) em ensaios de campo. Quando se associa certa variância aos valores médios de produtividade (Figura 1b), nota-se que o período de semeadura que apresenta maiores produtividades com menor variabilidade, vai de 06 de fevereiro a 20 de março.

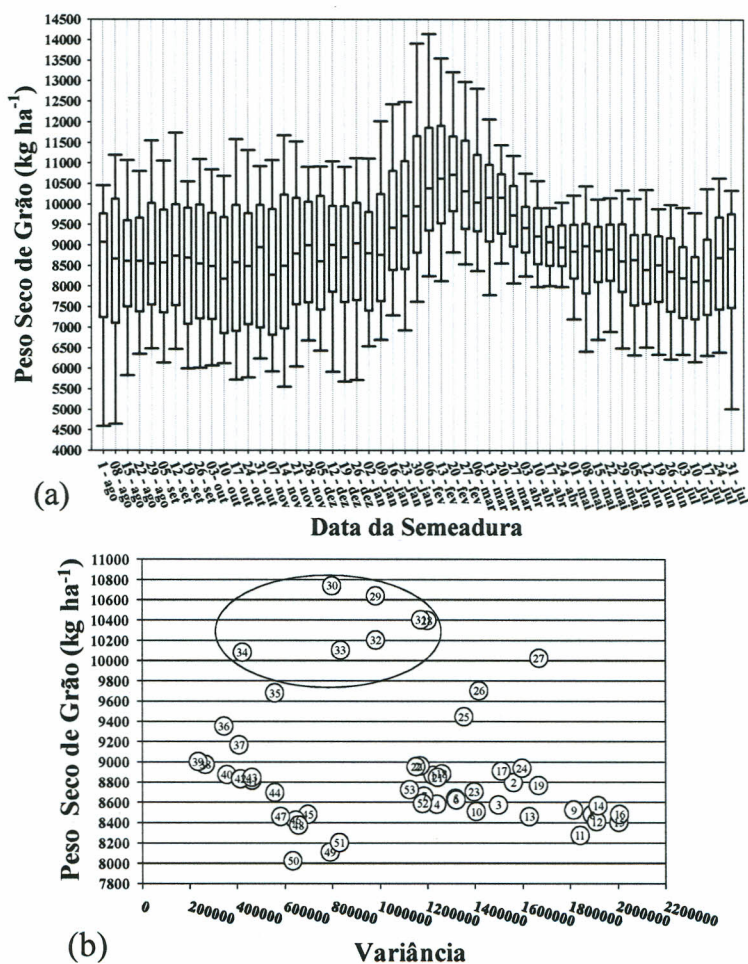


Figura 1- Distribuição de freqüência da produtividade de grãos de milho, indicando valores mínimos, máximos, medianos e percentis (a) e variância da produtividade média (b), para diferentes datas de semeadura.

Outra maneira de se estabelecer uma janela de semeadura, onde o tomador de decisão pode definir o risco que quer correr, consiste em assumir um valor de “quebra” da produtividade associada com uma probabilidade de ocorrência. Para certa data de semeadura, admitindo-se uma redução de até 10% na produtividade em relação a um valor médio máximo histórico, observa-se que, a janela de semeadura agora se estende de 23 de janeiro a 27 de março (Figura 2a). Se o agricultor pode aceitar uma quebra de até 5%, o período de semeadura seria

de 06 de fevereiro a 06 de março. Por outro lado, se o agricultor assume correr um risco maior, o período de semeadura é ampliado. Quanto menor o nível de quebra tolerável de produtividade, maior é a probabilidade de que ela ocorra no período de semeadura. Considerando o período de semeadura de 23 de janeiro a 27 de março, há uma probabilidade de 8,7 a 50% de que ocorra uma redução de até 10% na produtividade do milho em relação à média máxima histórica (Figura 2b).

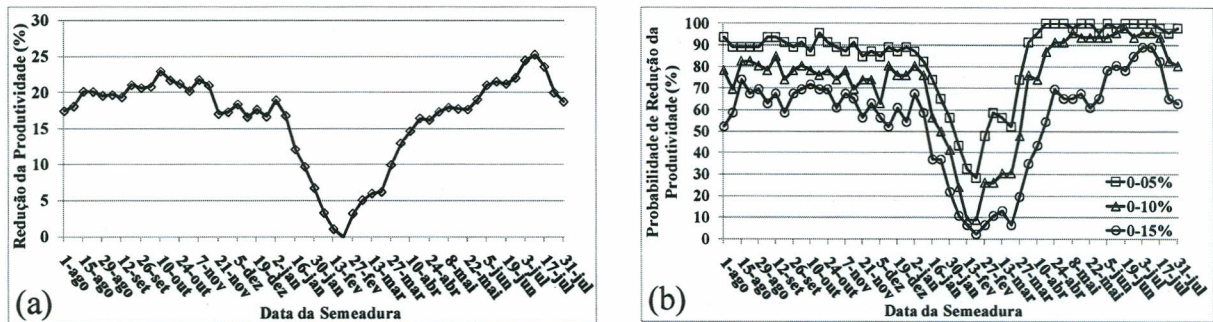


Figura 2 – Redução da produtividade (a) e probabilidade de redução da produtividade em função da data de semeadura, para diferentes níveis de quebra (b).

Na Figura 1a nota-se que, mesmo em datas de semeadura capazes de proporcionar altas produtividades, podem ocorrer quebras. Para semeaduras realizadas em 20 de fevereiro, o ano de 1967 foi o que apresentou maior produtividade, $13.208 \text{ kg ha}^{-1}$, e 1991 o de menor rendimento, 8.822 kg ha^{-1} , uma redução de 33,2%. A alta produtividade simulada em 1967 esta relacionada com o prolongamento do ciclo, decorrente das baixas temperaturas do ar (Figura 3a), conforme reportam DIDONET et al., (1998). A temperatura mais baixa alonga as fases fenológicas, que por sua vez, proporciona maior tempo para a planta produzir e translocar fotoassimilados para os grãos. Além do mais, o acúmulo de massa seca durante a fase linear do enchimento de grãos, quando mais de 90% é acumulado, é diretamente influenciado pela quantidade de radiação interceptada pela planta (JOHNSON e TANNER, 1972; TOLLENAAR, 1977).

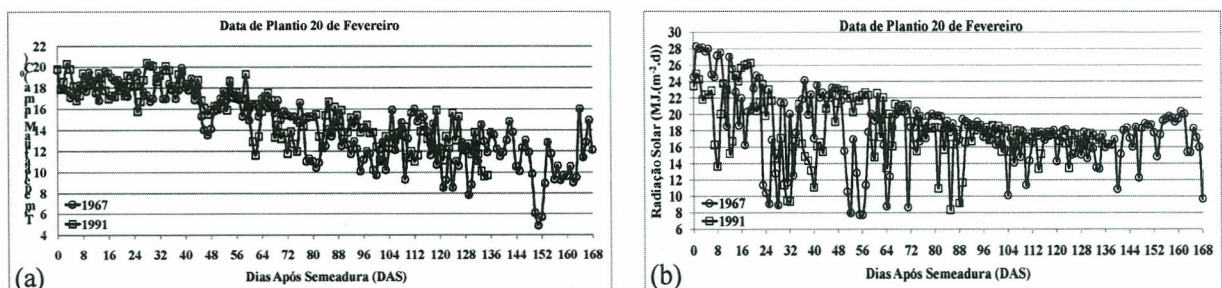


Figura 3 – Temperatura mínima (a) e radiação solar (b) observadas ao longo do ciclo da cultura para os anos 1967 e 1991.

CONCLUSÕES: Observou-se grande variabilidade intra e interanual da produtividade simulada de grãos, mesmo em condições de irrigação, devido a outros fatores climáticos que afetam o crescimento e o desenvolvimento da cultura. O período de semeadura capaz de proporcionar as maiores produtividades de grãos, sob irrigação, é diferente daquele recomendado para o sistema de sequeiro. A metodologia para se definir o período de semeadura com base na probabilidade de ocorrência de certo nível de redução da produção é menos arbitrária, permitindo que o tomador de decisão defina o risco que pode correr.

AGRADECIMENTOS: Gostaria de expressar os meus agradecimentos à FAPEMIG e à Embrapa pelo suporte financeiro dado ao projeto.

REFERÊNCIAS:

AGRIANUAL: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2008. 520 p.

ANDRADE, C. L. T.; ALVARENGA, R. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; COELHO, A. M.; TEIXEIRA, E. G. Dinâmica de água e soluto em um latossolo cultivado com milho irrigado: 1- percolação e produtividade da água. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 14.; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE IRRIGAÇÃO, DRENAGEM E CONTROLE DE ENCHENTES, 1., 2004, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABID, 2004. CD-ROM.

ANDRADE, C. L. T.; AMARAL, T. A.; SILVA, D. F.; HEINEMANN, A. B.; GARCIA Y GARCIA, A.; HOOGENBOOM, G.; MAGALHÃES, P. C.; ARAUJO, S. G. A. Utilização do modelo *ceres-maize* como ferramenta na definição de estratégias de semeadura de milho: 1 – Sistema de produção de sequeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. **Anais...** 2009. CD-ROM. No prelo.

ASSIS, J. P. de. **Modelo estocástico para estimação de produtividade de milho em Piracicaba**. 2004. 192 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DIDONET, A. D. et al. Crescimento e desenvolvimento de milho: acúmulo de massa seca do grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 447-456, mar. 2001.

HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; WILKENS, P. W.; PORTE, C.H.; HUNT, L. A.; BOOTE, K. J.; SINGH, U.; URYSEV, O.; LIZASO, J. I.; WHITE, J. W.; OGOSHI, R.; GIJSMAN, A. J.; BATCHELOR, W. D.; TSUJI, G. Y. **Decision Support System for Agrotechnology Transfer**. Version 4.5. Honolulu: University of Hawaii, 2009. CD-ROM

JOHNSON, D. R.; TANNER, J. W. Calculation of the rate and duration of grain filling in corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v. 12, p. 485-489, 1972.

LOZADA, B. I.; ANGELOCCI, L. R. Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica do solo na duração de subperíodos e na produtividade de um híbrido de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 37-43, 1999.

TOLLENAAR, M. **Sink-source relationships during reproductive development in maize: a review**. *Maydica*, Bergamo, v. 22, p. 49-75, 1977.