

# UTILIZAÇÃO DO MODELO CERES-MAIZE COMO FERRAMENTA NA DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE SEMEADURA DE MILHO: 1 – SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SEQUEIRO

CAMILO L. T. ANDRADE<sup>1</sup>, TALES ANTÔNIO AMARAL<sup>2</sup>, DENISE FREITAS SILVA<sup>3</sup>,  
ALEXANDRE B. HEINEMANN<sup>4</sup>, AXEL GARCIA Y GARCIA<sup>5</sup>, GERRIT  
HOOGENBOOM<sup>6</sup>, PAULO CÉSAR MAGALHÃES<sup>7</sup>, SAMIRA GABRIELA DE A.  
ARAÚJO<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador 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@cpms.embrapa.br.

<sup>2</sup>Biologo - MSc Fisiologia Vegetal – Bolsista CNPq.

<sup>3</sup>Eng. Agrícola, DSc Recursos Hídricos e Ambientais – Bolsista CNPq.

<sup>4</sup>Pesquisador Dr., Embrapa Arroz e Feijão.

<sup>5</sup>Pesquisador Dr., Biological and Agricultural Engineering, The University of Georgia, USA.

<sup>6</sup>Professor, Dr. Biological and Agricultural Engineering, The University of Georgia, USA.

<sup>7</sup>Pesquisador Dr. Embrapa Milho e Sorgo.

<sup>8</sup>Graduanda Engenharia Ambiental - UNIFEMM, Bolsista Embrapa.

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

**RESUMO:** A data da semeadura é um dos fatores que mais afetam a produtividade de milho de sequeiro. Utilizou-se o modelo Ceres-Maize para simular a produtividade de milho semeado em diferentes datas em Sete Lagoas, MG. Avaliou-se uma metodologia baseada em dados estatísticos, para auxiliar no estabelecimento do período adequado de semeadura de milho. Cabe ao tomador de decisão definir o nível de quebra de produtividade que ele estaria disposto a aceitar. Tolerando-se uma redução de 10% na produtividade em relação ao valor médio máximo, o período de semeadura na região deve ser de 26 de setembro a sete de novembro, embora o risco para a semeadura de setembro seja alto devido às instabilidades climáticas. Mesmo com semeaduras realizadas neste período, há uma probabilidade de cerca de 33% de que ocorram quebras de safra de até 10% em decorrência de déficit hídrico e de outros fatores como temperaturas noturnas altas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Simulação, data de plantio, quebra de safra.

## USE OF CERES-MAIZE MODEL AS A TOOL TO DETERMINE SOWING STRATEGIES: 1 – RAINFED PRODUCTION SYSTEM

**ABSTRACT:** Sowing date is a major factor that affects rainfed maize yield. The Cropping System Model (CSM) - Ceres-Maize of the Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) was used to simulate maize yield sown on different dates in Sete Lagoas, MG, Brazil. A statistically-based methodology was evaluated to help establish adequate maize sowing dates. The decision-maker has to define the level of crop yield loss he would be willing to accept. By accepting a 10% reduction in relation to the mean maximum yield, the sowing period in the region should be from 26 September to 7 November. Even with sowings made in this period, there is about 33% probability of crop losses of up to 10%, due to water deficit and to other factors such as high night temperatures.

**KEYWORDS:** Simulation, planting dates, crop losses.

**INTRODUÇÃO:** Minas Gerais apresenta basicamente duas estações, uma seca de abril a setembro e uma chuvosa de outubro a março, na qual as principais culturas são cultivadas e dependem da precipitação pluvial como fonte de água (CASTRO NETO e VILLELA, 1986).

A precipitação é suficiente para o desenvolvimento da agricultura na zona intertropical, porém podem ocorrer veranicos, que consistem na interrupção da precipitação durante a estação chuvosa. Em regiões de clima subtropical, outros fatores como a disponibilidade térmica e a radiação solar também podem afetar o desempenho da cultura (LOZADA et al., 1999). Na agricultura de sequeiro, uma das estratégias disponíveis para manter a estabilidade da produção é a semeadura na época adequada, que embora não tenha efeito no custo de produção, afeta positivamente o rendimento e o lucro do produtor (COELHO et al., 2003). Trabalhos de pesquisas realizados no Brasil Central mostram que, dependendo da cultivar, o atraso na semeadura a partir da época mais adequada pode resultar em redução no rendimento de até 30 kg ha<sup>-1</sup> por dia. Há interação entre os diversos fatores que interferem na produtividade das culturas, cujo efeito individualizado pode ser avaliado com métodos estatísticos ou com modelos de simulação. O modelo CSM-Ceres-Maize do DSSAT (“Decision Support System for Agrotechnology Transfer”) (HOOGENBOOM et al., 2009), pode ser usado como instrumento para avaliar a resposta das culturas às mudanças nos elementos climáticos (CURRY et al., 1990). O presente trabalho teve como objetivo empregar o modelo CSM-Ceres-Maize para definir, com base em dados estatísticos, o período de plantio da cultura do milho em Sete Lagoas, MG.

**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 em 31 épocas de semeadura de agosto a fevereiro (Tabela 1), em Sete Lagoas, MG.

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	7	12/09	13	24/10	19	05/12	25	16/01	31	27/02
2	08/08	8	19/09	14	31/10	20	12/12	26	23/01		
3	15/08	9	26/09	15	07/11	21	19/12	27	30/01		
4	22/08	10	03/10	16	14/11	22	26/12	28	06/02		
5	29/08	11	10/10	17	21/11	23	02/01	29	13/02		
6	05/09	12	17/10	18	28/11	24	09/01	30	20/02		

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

Utilizaram-se na simulação dados diários de precipitação, de temperatura máxima e mínima do ar e de insolação, obtidos de uma série histórica com 46 anos de registros. Considerou-se a cultivar BRS 3060, semeada em um Latossolo Vermelho, com espaçamento de 0,9 m entre linhas e 6,8 plantas m<sup>-2</sup>. A adubação nitrogenada consistiu de 40 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura e 200 kg ha<sup>-1</sup> aos 40 dias após a semeadura em cobertura, ambos na forma de uréia. 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. A definição do período de semeadura foi feita com base no que se toleraria de redução na produtividade da cultura em relação ao valor médio máximo obtido nos 46 anos simulados.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Observa-se grande variabilidade interanual na produtividade de milho de sequeiro em Sete Lagoas, MG (Figura 1a), partindo-se de valores

medianos muito baixos em sementeiras de meados de setembro, aumentando até atingir valores máximos em outubro e decrescendo posteriormente. Em sementeiras realizadas de 31 de outubro a 14 de novembro, nota-se uma queda significativa na produtividade, verificando-se, todavia, um aumento nas sementeiras realizadas nas duas semanas subseqüentes. Isto se deve à ocorrência típica de veranicos no mês de janeiro, fazendo coincidir o estresse hídrico com uma das fases mais críticas da cultura do milho que é o florescimento. Segundo ASSAD (1991), em um ano a cada dois ocorre veranico na região, sendo os primeiros 15 dias de janeiro o período mais favorável para a aparição do fenômeno. As sementeiras realizadas de 26 de setembro a 28 de novembro apresentaram as maiores produtividades, com valores medianos variando de 5698 a 6858 kg ha<sup>-1</sup>, porém com elevada amplitude entre os valores mínimos e máximos (Figura 1a). Quando se considera a variância associada aos valores médios de produtividade (Figura 1b), nota-se que o período de sementeira que apresenta maiores produtividades com menor variância, vai de 03 de outubro a 14 de novembro. Todavia, ambos os critérios de definição do período (“janela”) de sementeira são arbitrários e poderiam ser interpretados de forma diferente por pessoas diferentes.

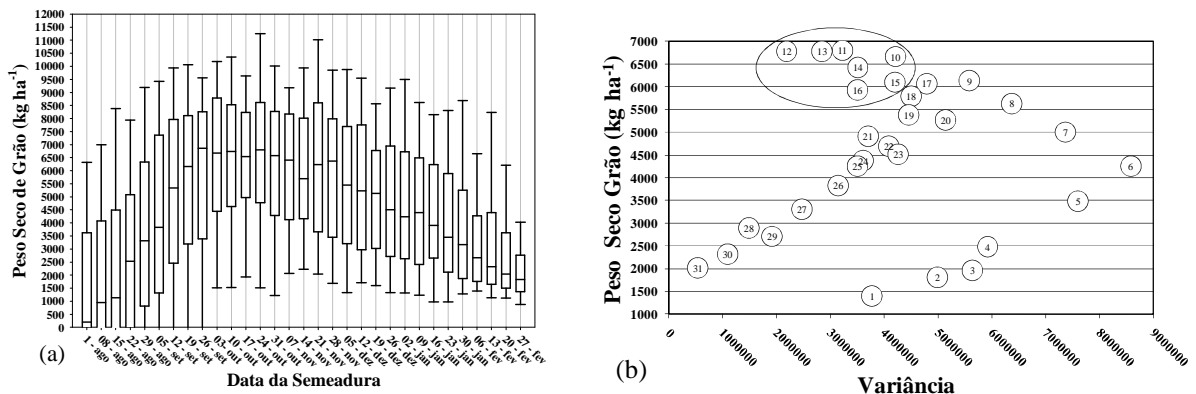


Figura 1- Distribuição de freqüência da produtividade de grãos de milho, indicando valores mínimos, máximos, medianos e percentis (a) e variância da produtividade média (b) para diferentes datas de sementeira.

A decisão sobre a janela de sementeira fica menos arbitrária quando se define um valor de “quebra” da produtividade que se estaria disposto a aceitar, podendo-se, ainda, associá-lo com uma probabilidade de ocorrência. Admitindo-se uma redução de até 10% na produtividade para certa data de sementeira em relação a um valor médio máximo histórico, observa-se que a janela de sementeira se estende de 26 de setembro a 07 de novembro (Figura 2a).

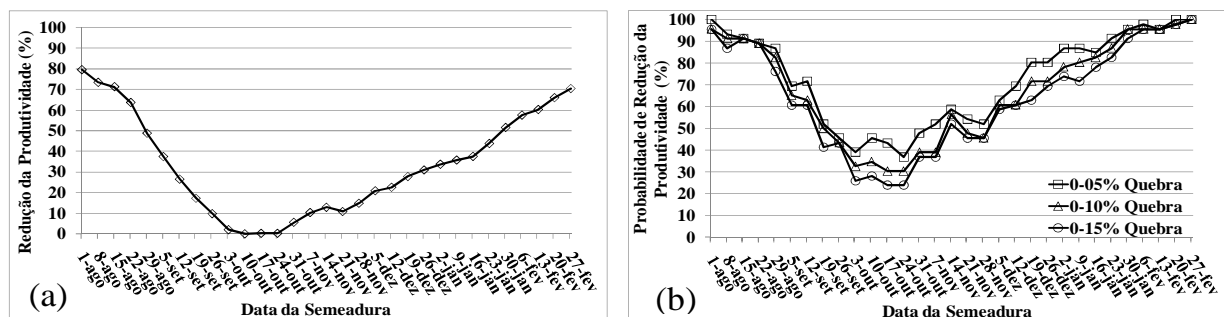


Figura 2 – Redução da produtividade (a) e probabilidade de redução da produtividade em função da data de sementeira para diferentes níveis de quebra (b)

Para a semeadura em 26 de setembro, embora a redução esperada em termos médios seja de até 10%, a variabilidade é elevada com anos de produtividade zero (Figura 1a e 1b). Se o agricultor tolera uma quebra de até 5%, o período de semeadura seria praticamente o mês de outubro. Por outro lado, se o agricultor assume correr um risco de 15%, o período de semeadura é ampliado de pouco antes de 26 de setembro até 28 de novembro. Portanto, cabe ao tomador de decisão estabelecer o nível tolerável de redução que ele estaria disposto a correr. O zoneamento agrícola para milho em Sete Lagoas, MG para a safra de 2008/2009 (BRASIL, 2008) define a janela de semeadura de 01 de outubro a 10 de dezembro. Esta discrepância se deve, provavelmente, a diferenças nas metodologias empregadas para definir a janela de semeadura. No caso do zoneamento agrícola, normalmente leva-se em consideração o déficit hídrico para se definir o período de semeadura, já o modelo CSM-Ceres-Maize considera a resposta da cultura a outros fatores como temperatura do ar, radiação solar e manejo da cultura. Além do mais, no presente estudo está se definindo um valor tolerável de redução da produtividade em relação a um valor médio esperado, o que não é considerado na metodologia empregada atualmente no zoneamento. A título de exemplo, considerando um período de semeadura de 26 de setembro a 07 de novembro, há uma probabilidade de 30 a 43% de que ocorra uma redução de até 10% na produtividade do milho em relação à média máxima histórica (Figura 2b), ou seja, em praticamente um ano em cada três espera-se uma quebra de produtividade de até 10%. Quanto menor o nível de quebra na produtividade, maior é a probabilidade de que ela ocorra no período de semeadura.

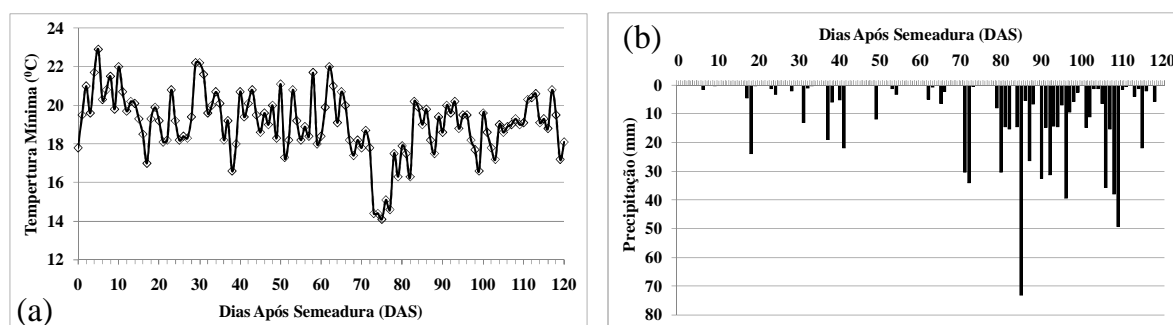


Figura 3 – Temperatura mínima (a) e precipitação (b), ao longo do ciclo da cultura para 1963.

Analisando-se a Figura 1a, nota-se que mesmo quando semeado em uma data considerada ótima, como 10 de outubro, há uma grande variabilidade na produtividade do milho, com anos apresentando rendimentos elevados e outros muito baixos. Na semeadura de 10 de outubro de 1963 a produtividade foi de apenas  $1526 \text{ kg ha}^{-1}$ , ou seja, 77,6% de quebra em relação à média máxima histórica, que foi de  $6801 \text{ kg ha}^{-1}$ . Esta baixa produtividade em 1963 está relacionada com a temperatura noturna mais elevada e com a deficiência hídrica provocada pelo baixo índice pluviométrico verificado durante a fase de desenvolvimento e floração da cultura (Figuras 3a e 3b). Sousa e Peres (1998) reportaram que se têm verificado reduções de até 60% no rendimento do milho quando o déficit hídrico ocorre desde o estágio de floração até o enchimento dos grãos.

**CONCLUSÕES:** O modelo CSM-Ceres-Maize mostrou ser uma ferramenta interessante para se definir estratégia de semeadura do milho. O período de semeadura pode ser definido com base num valor de redução da produtividade da cultura em relação a um valor médio histórico que estaria disposto a tolerar. Aceitando-se uma perda na produtividade de até 10%, a janela de semeadura do milho em Sete Lagoas, MG seria de 26 de setembro a 07 de novembro, sabendo-se, todavia, que o risco para semeaduras em setembro é alto. Mesmo com semeaduras realizadas nesse período, há uma probabilidade de cerca de 33% de que ocorram

quebras de safra de até 10%, em decorrência de déficit hídrico e de outros fatores como temperaturas noturnas altas.

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

**REFERÊNCIAS:**

ASSAD, E. D.; CASTRO, L. H. R. Análise freqüencial da pluviometria para a estação de Sete Lagoas, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p. 397-402, 1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Política Agrícola Departamento de Gestão de Risco Rural. Coordenação-Geral de Zoneamento Agropecuário. Portaria nº 135 de 30 jun. 2008. Anexo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02 jul. 2008. Seção 1, p. 16.

CASTRO NETO, P.; VILLELA, E. A. Veranico: um problema de seca no período chuvoso. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 59-62. 1986.

COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P. Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo? **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.101, mar. 2003. Encarte Técnico.

CURRY, R. B. et al. Simulations as a tool for analyzing crop response to climate change. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 33, p. 981-990, 1990.

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.

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.

SOUSA, S. A. V.; PERES, F. C. Programa computacional para simulação da ocorrência de veranicos e queda de rendimento. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 12, p. 1951-1956, 1998.