

SIMULAÇÃO DO CICLO DE CULTIVO E RISCO NO ESTABELECIMENTO DA CULTURA DE MILHO “SAFRINHA” SEMEADA EM DIFERENTES ÉPOCAS, ATRAVÉS DO MODELO CERES-MAIZE

Célio Orli CARDOSO¹, Rogério Teixeira de FARIA², Marcos Vinicius FOLEGATTI³

RESUMO

O objetivo foi investigar os riscos relativos à data de plantio no estabelecimento e na duração do ciclo do milho “safrinha”, através de simulações com o modelo CERES-Maize, para orientar os produtores na tomada de decisão. Este modelo é capaz de simular o crescimento diário da cultura do milho sob uma grande gama de condições. Os tratamentos consistiram de 15 datas de plantio no período de fevereiro a junho, com o cultivar AG-501, sob um cenário de chuva natural, usando uma série histórica de 22 anos de registros meteorológicos obtida junto ao IAPAR em Londrina, norte do Paraná. As características do solo foram obtidas de experimentos de pesquisadores do IAPAR, que representam o solo predominante do local.

As simulações evidenciaram maior risco ao estabelecimento deste cultivo com o atraso do plantio de fevereiro a junho, devido a menor condição de umidade no solo decorrente do decréscimo de chuvas neste período. Observaram-se aumentos na duração do ciclo quando o milho foi plantado até o 2º decêndio de março e que semeaduras após este período só permitirão o cultivo da cultura de verão após o mês de outubro. Em três anos da série analisada (1980, 1982 e 1994) o desenvolvimento da cultura foi afetado drasticamente por temperaturas baixas (menos de 0° C), porém recomenda-se ajustes na codificação do modelo (temperatura letal) para melhorar as previsões neste aspecto.

Palavras chaves: Modelo de simulação, CERES-Maize, Safrinha.

INTRODUÇÃO

O estabelecimento da cultura do milho “safrinha” depende principalmente da disponibilidade hídrica, além de outros fatores ambientais, tais como a temperatura do solo, por ocasião e logo após o plantio, os quais apresentam uma grande variabilidade espacial e temporal, devido a frequente ocorrência de períodos prolongados de escassez de chuvas e temperaturas baixas no período usualmente utilizado para o seu plantio no Paraná.

¹ MSc, Doutorando da ESALQ/USP e Prof. Depto de Engenharia Rural, CAV/UEDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages – SC, 88520-000. e-mail: a2coc@cav.udesc.br

² PhD, Pesquisador, IAPAR, Rod. Celso Garcia Cid Km 375, Londrina – PR, 86.001-970.

³ Dr, Professor Associado, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias 11, Piracicaba – SP, CP. 9, 13.418-900

A liberação da área para o plantio do milho “safrinha” depende da colheita da cultura de verão que o antecede, que por sua vez, depende das condições climáticas na primavera do ano anterior, período em que seu plantio é recomendado, sendo assim, segundo Sans, et al. (1992), o milho “safrinha” somente pode ser implantado a partir da segunda quinzena de fevereiro, porém, com frequência ocorrem atrasos na colheita das culturas de verão, causados pela necessidade de adiamentos da sementeira em anos com deficiência hídrica por ocasião do plantio (Faria & Caramori, 1996).

Frequentemente o período de exploração de milho “safrinha” em Londrina é caracterizado por uma redução gradativa da precipitação pluvial e aumento da probabilidade de ocorrência de geadas. Nessas condições, relata Gomes (1995), o sucesso da safra depende da combinação entre a época de sementeira e o ciclo do cultivar, que possibilite a fuga dos períodos de seca e de geada. Os estudos de risco levam à verificação, para cada região, das combinações com maior probabilidade de sucesso, ou seja de maior estabilidade de produtividade.

Segundo Duarte et al. (1995), o fator térmico é a principal limitação para o desenvolvimento do milho “safrinha”, e em algumas regiões é a deficiência hídrica. A temperatura tem uma grande influência na duração do ciclo do milho, podendo retardá-lo ou acelerá-lo. Hartwig (1975), afirma que variações anuais no florescimento e maturação de uma cultivar semeada numa mesma data são devidas principalmente, às diferenças de temperatura ocorridas na estação de crescimento. Além disso, uma mesma cultivar pode sofrer alterações em seu ciclo devido a época de sementeira adotada. Destarte, pode-se esperar um alongamento na duração do ciclo do milho safrinha, quando submetido à temperaturas baixas ao longo de seu período vegetativo, o que poderá retardar a liberação da área para a sementeira da cultura de verão.

Em resumo, segundo Sartori, (1997), algumas condições ideais para o desenvolvimento do milho são: na sementeira, o solo deverá apresentar-se com temperatura superior a 10° C, e a umidade, próximo à capacidade de campo; durante o crescimento e desenvolvimento das plantas, a temperatura do ar deverá ser próximo de 25° C e encontrar-se associada à presença de água disponível no solo; temperaturas e luminosidade favoráveis, grande disponibilidade de água no solo e elevada umidade relativa do ar são requisitos básicos durante a floração e enchimento dos grãos. Segundo Miranda Filho (1995), geralmente os problemas de temperaturas baixas no milho “safrinha” relacionam-se com o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento vegetativo (fecundação e período de enchimento de grãos) e não propriamente com a germinação e o desenvolvimento de plântulas. Como a sementeira do milho “safrinha” ocorre no verão ou início do outono, por via de regra, a temperatura do solo não é fator limitante para a germinação e desenvolvimento inicial da cultura.

Quanto a água, as maiores exigências concentram-se nas fases de emergência, florescimento e formação do grão. Todavia, segundo Sartori (1997), no período compreendido entre quinze dias antes e quinze dias após o aparecimento da inflorescência masculina, a necessidade de um supri-

mento hídrico satisfatório aliado a temperaturas adequadas tornam tal período extremamente crítico.

Alguns pesquisadores tem procurado dar suporte aos estudos de viabilidade climática para o milho “safrinha”. Gomes (1995) avaliou o risco da cultura do milho “safrinha”, considerando os seguintes limites: térmico – temperatura mínima do ar em abrigo meteorológico igual a 3° C; hídrico – probabilidade de verânico ou precipitação diária inferior a 5 mm.

Porém, a impossibilidade de controlar e manipular os fatores ambientais no campo torna difícil para investigar seus efeitos com experimentos de campo tradicionais. Então, estão sendo usados modelos de simulação para ajudar em muitas fases de tomada de decisão para o manejo de culturas, o que tem aberto novos caminhos para pesquisa. Muitos pesquisadores tem demonstrado a validade do uso de modelos de crescimento de cultura para estudar os efeitos de restrições ambientais no rendimento de culturas (Egli e Bruening, 1992; Muchow et al., 1991) e avaliar manejo apropriado (Benardo et al., 1988; Rogers e Elliot, 1989), entre outros.

Atualmente, encontram-se disponíveis na literatura uma infinidade de modelos para a simulação de crescimento de diversas culturas de importância econômica e cuja a eficiência já fora comprovada em várias situações. Dentre vários, destacam-se os modelos CERES para simulações de crescimento de gramíneas, sendo denominado CERES-Maize o que se destina para simulações com a cultura do Milho, o qual usaremos neste estudo. O Crop-Environment Resource Synthesis (CERES)-Maize foi elaborado por uma equipe inter-disciplinar do Laboratório de Pesquisa de Solos e Águas, no Texas, Estados Unidos (Jones & Kiniry, 1986), e o seu objetivo é quantificar os efeitos independentes e interativos do genótipo, condições meteorológicas, propriedades do solo e práticas de manejo no crescimento e produção de um cultivar específico. O modelo simula os principais processos fisiológicos do milho, incluindo: fotossíntese; respiração; acumulação e partição de biomassa; fenologia; extensão do crescimento de folhas, caules e raízes; extração de água do solo, evapotranspiração e rendimento de grãos. A grande importância destes modelos na tomada de decisão está na sua habilidade para analisar muitas práticas de manejo diferentes, simulando a produção, uso dos recursos e o risco associado ao manejo analisado.

O objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos da data de plantio no estabelecimento e duração do milho “safrinha”, através de simulações em computador com o modelo CERES-Maize, para orientar os produtores na tomada de decisão.

MATERIAIS E MÉTODOS

As análises quanto as épocas de semeadura e riscos para o milho “safrinha” foram realizadas a partir de simulações de longo período com o modelo CERES-Maize, previamente calibrado, de acordo com as informações e procedimentos obtidos junto ao IAPAR (instituto Agrônômico do Pa-

raná) e literatura disponível, que serão descritos a seguir.

As simulações foram feitas para Londrina (Latitude: 23° 27'; Longitude: 51° 57'), cujo o clima é classificado como subtropical úmido caracterizado por verão quente e inverno fresco com baixa precipitação e geadas ocasionais de junho a agosto. Aproximadamente dois-terço dos totais de chuva precipitados anualmente ocorrem nas estações primavera - verão, de outubro a março. Os dados meteorológicos foram obtidos da estação meteorológica do IAPAR, cuja série histórica de registros contém 22 anos de extensão. Consistem em registros diários de precipitação, temperaturas e radiação solar. Os dados de solos (características físico-hídricas) foram obtidos de ensaios experimentais conduzidos por pesquisadores do IAPAR em um solo representativo do local do estudo, classificado como Latossolo Roxo (Typic Haplorthox), caracterizado por conteúdos de argila de 40 a 60%, perfis profundos, alta infiltração, nível de água freática ausente ou profundo, e baixo conteúdo de matéria orgânica (menor que 3%) (Faria et al., 1997).

Os coeficientes genéticos do milho (cultivar Ag 501) necessários ao modelo de simulação CERES-Maize foram obtidos de calibrações prévias realizadas para o respectivo local (IAPAR, não publicado), a partir de dados de ensaios de campo com várias datas de plantio e regimes hídricos.

As condições de manejo para o milho “safrinha” seguem as recomendações técnicas sugeridas no Programa Milho do IAPAR. O período de semeadura do milho “safrinha” abrange os meses de fevereiro à junho, totalizando 15 decêndios. Neste estudo foram feitas simulações para diferentes datas de plantio, uma em cada decêndio, que foram considerados como tratamentos (T1, T2,...T15). Considerou-se um espaçamento de 0,9 m entre linhas com 6,0 plantas/m², e aplicação de nitrogênio nas doses de 20 kg/ha na semeadura e 50 kg/ha em duas aplicações a 30 e 50 dias após plantio (adubação de cobertura). Considerou-se ainda a incorporação dos resíduos da cultura antecedente.

As simulações foram processadas considerando-se um cenário com a condição de chuva natural (com possível estresse hídrico). As simulações tiveram início 10 dias antes da primeira data de semeadura fixada. Foi realizado um teste de sensibilidade para detectar os efeitos do clima nas simulações efetuadas pelo modelo alvo do estudo, assumindo valores afastados em 20% dos valores meteorológicos reais observados, e para verificar se o modelo foi calibrado adequadamente. Estabeleceu-se como critério para emergência o valor crítico de umidade do solo de 50% da água disponível na profundidade 0-10 cm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os números de falhas para o estabelecimento da cultura do milho “safrinha”, para a série de 22 anos de simulações, nos 15 decêndios do período de fevereiro a junho, e a distribuição das datas de plantio nos decêndios, são mostrados nas figuras 1 e 2, respectivamente. Observa-se um aumento

nos riscos a medida que o plantio foi atrasado de fevereiro a junho, o que pode ser atribuído a redução da disponibilidade hídrica no solo decorrente da menor ocorrência de chuvas. Através de uma análise de sensibilidade verificou-se que a precipitação (-20% e +20%) foi o fator que mais influenciou nos riscos quanto ao estabelecimento da cultura. Verificou-se ainda nesta análise que a temperatura do ar apresentou um efeito indireto, decorrente de sua contribuição para a variação da evapotranspiração e assim um maior ou menor esgotamento da água armazenada no solo, não afetando diretamente o estabelecimento da cultura.

Então, sendo a temperatura do solo não limitante nesta época do ano, estas falhas no estabelecimento ocorreram devido a umidade no solo encontrar-se abaixo de 50% da capacidade de armazenamento de água disponível ao longo de todo o decêndio considerado, condição esta assumida como critério para emergência. Neste aspecto, cabe aqui salientar uma limitação do modelo, o qual não considera a impossibilidade de plantio devido ao excesso de chuvas, não assumindo esta condição como falha de estabelecimento da cultura, ou seja, no primeiro dia em que a umidade do solo supere a condição mínima de 50% de AD (água disponível) admite-se o seu estabelecimento, o que pode ser observado pelas probabilidades acumuladas das datas de plantio (figura 2) concentrando-se mais para o início dos decêndios. No entanto, essa condição pode ser válida no caso de semeadura com solo seco, ocorrendo a emergência após a precipitação.

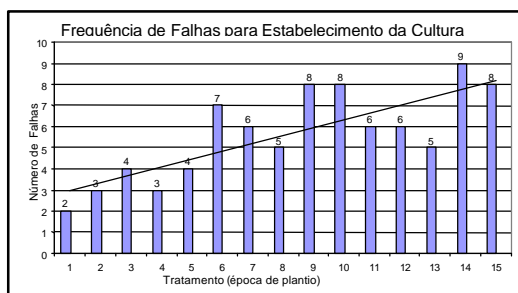


Fig 1. Frequência de falhas decendiais no estabelecimento do milho safrinha no período de fevereiro a junho, em 22 anos de simulações para Londrina.

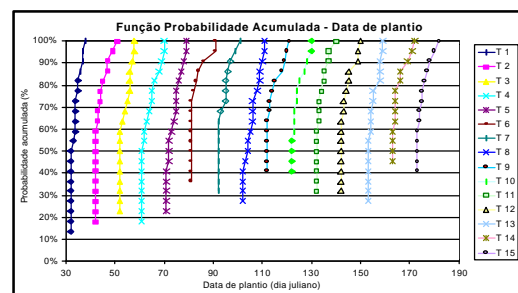


Fig. 2. Função de probabilidade acumulada decendial de datas de plantio do milho safrinha no período de fevereiro a junho, em 22 anos de simulações.

Na figura 3 são apresentadas as funções de probabilidade acumulada das durações dos ciclos para épocas de plantios, em cada decêndio dos meses de fevereiro a junho (tratamentos). As durações menores que 150 dias correspondem aos ciclos afetados drasticamente por temperaturas inferiores a 0° C (temperatura letal assumida pelo modelo), ocorridas nos anos de 1980, 1982 e 1994. Recomenda-se que seja feito um ajuste neste parâmetro segundo o critério proposto por Gomes (1995) que considera como condição crítica uma temperatura mínima no abrigo igual 3° C, o que poderá melhorar as predições quanto à este aspecto.

Desconsiderando estes ciclos afetados por temperaturas abaixo de zero, as durações médias dos ciclos mostraram uma tendência em alongar-se a medida que se retardou o plantio até o 2° decêndio de março, tendendo a decrescer nos plantios após o 1° decêndio de abril. Isto decorre do

confronto das fases do ciclo da cultura com temperaturas mais baixas durante o inverno (alongamento do ciclo) ou temperaturas mais elevadas nas demais estações (encurtamento do ciclo).

Na figura 4 observa-se que em média a duração do período plantio-antese tende a aumentar gradativamente quando se retarda o plantio até o 2º decêndio de maio, decrescendo nos plantios posteriores. Já o período antese-maturação de colheita apresenta durações maiores para plantios até o 1º decêndio de março decrescendo nos plantios posteriores, mostrando que o modelo foi sensível quanto a resposta às variações de temperatura sobre a duração do ciclo, o que ficou mais evidente na análise de sensibilidade. Na análise de sensibilidade (figura 5), reduções de 20% nos valores de temperatura promoveram um alongamento na duração do ciclo em torno de 35%, apresentando uma variação maior nas épocas de plantio nos meses de fevereiro e março. Quando os valores de temperatura foram aumentados em 20% verificou-se variações de duração do ciclo em torno de 21%, ocorrendo as maiores variações também nas épocas de plantio de fevereiro e março.

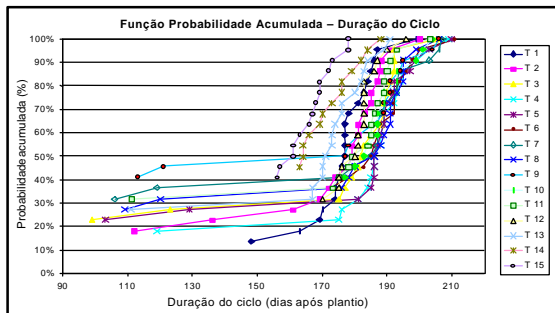


Fig. 3. Função de probabilidade acumulada da duração do ciclo do milho safrinha no período de fevereiro a junho, em 22 anos de simulações para Londrina.

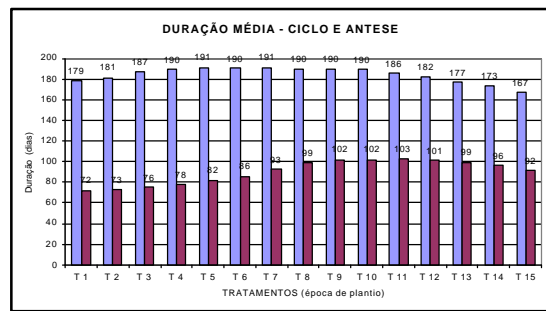


Fig. 4. Durações médias da antese e ciclo do milho safrinha no período de fevereiro a junho, em 22 anos de simulações para Londrina.

O modelo não mostrou-se sensível à variações das precipitações sobre a duração do ciclo.

Na figura 6 são apresentadas as funções de probabilidade acumulada das datas (dias julianos) da maturação de colheita, ou seja datas em que a área fica disponível para o cultivo da cultura de verão. Observa-se que para não retardar o plantio da cultura de verão para além do mês de outubro, a cultura de safrinha deverá ser plantada até o final do mês de março, após esta os riscos de atraso para o cultivo de verão são maiores. Estes resultados decorrem do fato da cultivar de milho utilizada nas simulações ser de ciclo tardio, pouco apropriada para cultivo no inverno.

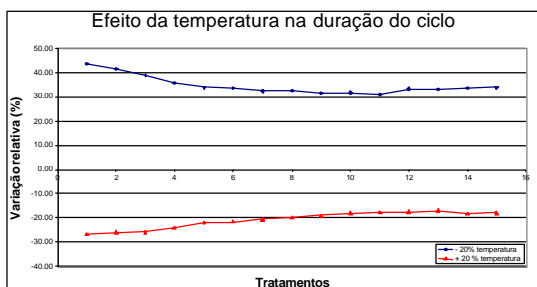


Fig. 5. Variações médias relativas na duração do ciclo do milho safrinha devido a variações de -20% e +20 na temperatura para Londrina.

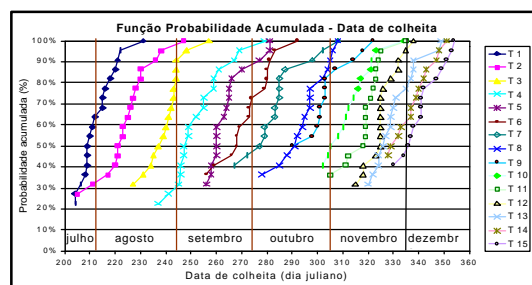


Fig. 6. Funções de probabilidade acumulada das datas de colheita do milho safrinha no período de fevereiro a junho, em 22 anos de simulações para Londrina.

CONCLUSÕES

As simulações para o milho “safrinha” com o modelo CERES-Maize permitiram concluir que:

Os riscos de estabelecimento do milho safrinha aumentaram com o atraso da semeadura, sendo a condição de umidade no solo o fator mais importante.

Em alguns anos os ciclos foram afetados drasticamente por temperaturas bastante baixas.

As durações dos ciclos tenderam a alongar-se quando confrontados com temperaturas baixas, mostrando que o modelo foi sensível a este fator.

A duração do ciclo desta cultivar para a exploração na safrinha pode inviabilizar o cultivo da cultura de verão na sua época recomendada.

Ajustes em alguns parâmetros do modelo, quanto as condições iniciais para o estabelecimento da cultura e temperatura letal, podem melhorar as predições para esta modalidade de cultivo do milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, D.J.; WHITTLESEY, N.K.; SAXTON, K.E.; BASSET, D.L. 1988. Irrigation optimization under limited water supply. Transactions of the ASAE, v31, p.712-719.
- DUARTE, A.P.; KANTHACK, R.A.D.; SPINOSA, W.; ALLIPRANDINI, L.F. Efeito da geada na produção e qualidade de grãos de milho. III Seminário sobre a Cultura do Milho “Safrinha”. Assis, São Paulo. 1995. p. 61-64.
- EAGLI, D.B.; BRUENING, L. 1992. Planting date and soybean yield: evaluation of environmental effects with a crop simulation model: SOYGRO. Agricultural and Forest Meteorology, v.62, p19-29
- FARIA, R.T.; FOLEGATTI, M.V.; FRIZZONE, J.A; SAAD, A M. Determination of a long-term optimal irrigation strategy for dry beans in Parana State, Brazil. Scientia Agricola, v.54 1997. (número especial) p. 155-164.
- FARIA, R.T. & CARAMORI, P.H. Precipitação Mínima para semeadura do trigo no norte do Paraná. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.4, n.1, p.119-126, 1996.
- GOMES, J. Estudos de risco para o milho safrinha. III Seminário sobre a Cultura do Milho “Safrinha”. Assis, São Paulo. 1995. p. 111-113.
- HARTWIG, E.E. Varietal Development. In: CALDWELL, B.E., Ed. Soybeans: Improvement, production and uses. Madison, American Society of Agronomy. Cap.6, 1975. P. 187.
- JONES, C.A. & KINIRY, J.R., 1986. CERES-Maize: A simulation model of maize growth and development. Texas A&M Univ. Press., College Station, TX. 194p.
- MIRANDA FILHO, J. B.. Melhoramento do milho visando à tolerância ao frio. III Seminário sobre a Cultura do Milho “Safrinha”. Assis, São Paulo. 1995. P 49-58.
- ROGERS, D.H.: ELLIOT, R.L. 1989. Irrigation scheduling using crop growth simulation, risk analysis, and weather forecast. Transactions of the ASAE, v.32, p.1669-1677.
- SANS, L.M.A. & SANTOS, N.C. Resposta de cultivares de milho a variações climáticas. Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 19., Porto Alegre, 1992.
- SARTORI, J.S. Determinantes genético-fisiológicos e elementos de manejo na escolha de cultivares de milho “safrinha”. III Seminário sobre a Cultura do Milho “Safrinha”. Assis, São Paulo. 1997.