

IDENTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS DESEJÁVEIS PARA MILHO “SAFRINHA” NA REGIÃO DE RIBEIRÃO PRETO - SP, USANDO MODELOS DE SIMULAÇÃO

Cecilia Tojo Soler¹, Rogério Teixeira de Faria², Marcos Vinícius Folegatti³

RESUMO

O crescimento e desenvolvimento do milho “safrinha” foram simulados com o modelo CERES-Maize, sob as condições da região de Ribeirão Preto - SP, com objetivo de conhecer as características genéticas desejáveis de cultivares de milho que proporcionem melhor performance da cultura durante o período da entre-safra. Além dos coeficientes genéticos, utilizaram-se como parâmetros de entrada do modelo as características de solo, práticas de manejo usuais da cultura e dados climatológicos históricos disponíveis para a região (1965-98). Os coeficientes genéticos foram variáveis para se avaliar o efeito de diferentes características agronômicas e fisiológicas possíveis de melhoramento genético na estabilidade e produtividade da cultura, considerando-se diferentes condições de manejo e a variabilidade climática da região de estudo. Encontrou-se um comportamento diferencial entre os diferentes materiais avaliados pelo modelo, destacando-se a necessidade de genótipos com características particulares para os diferentes sistemas de produção. Assim, no caso do uso de irrigação e fertilizantes, o modelo simulou rendimentos mais elevados e maior consumo de nitrogênio e água (evapotranspiração) durante o ciclo da cultura para os genótipos de ciclo longo e de maior número de grãos por espiga. Em condição de sequeiro, a cultivar que determinou o maior rendimento foi caracterizada por possuir ciclo curto e elevado número de grãos por espiga.

¹ Pós-graduanda do Curso de Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias 11, Caixa Postal 9, CEP 13 418-900, Piracicaba, SP. Bolsista de FAPESP. E-mail: cecitojo@carpa.ciagri.usp.br

² PhD, Pesquisador do Instituto Agrônomo do Paraná.

³ Dr, Professor do Curso de Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP. Piracicaba, SP.

INTRODUÇÃO

A área cultivada com milho “safrinha” no Estado de São Paulo é de grande importância, registrando-se uma tendência a aumentar nos últimos cinco anos (IEA,1993, 1997). As regiões do estado mais importantes devido à área cultivada e à produtividade são as do Vale do Paranapanema e a de Ribeirão Preto.

Os fatores ambientais predominantes durante o período de cultivo de milho “safrinha” são muito variáveis. Dentre esses fatores, destacam-se precipitações insuficientes e baixas temperaturas, o que resulta em produtividades baixas e muito variáveis.

A variação da produtividade pode ser também atribuída à utilização de cultivares não adaptadas às condições ambientais locais, pois o material genético disponível normalmente é obtido de uma seleção realizada no período tradicional de cultivo. A racionalização das atividades do melhoramento genético implica na necessidade de se estabelecer a melhor cultivar de milho para as condições de crescimento durante o período de cultivo não tradicional. Encontrar o tipo ideal envolve três pontos fundamentais: caracterizar o ambiente onde o cultivo vai se desenvolver, definir um modelo com características morfológicas e fisiológicas conhecidas que influenciam o crescimento nesse ambiente e combinar essas características numa planta (Mock & Pearce, 1975).

Segundo White (1998) a habilidade dos modelos de simulação para prever o crescimento e desenvolvimento a partir de determinadas condições de solo, clima, práticas de manejo e características dos cultivares, fazem deles uma ferramenta atrativa para o melhoramento de plantas.

Muchow & Carberry (1991) comprovaram a valiosa utilidade dos modelos de simulação como ferramenta para resolver os conflitos associados com diferentes tipos de plantas, por oferecer a oportunidade de quantificar as diferentes características de um cultivar em diversos locais com ambientes climaticamente variáveis. No entanto, o sucesso depende da escolha do modelo de simulação adequado, do conhecimento de suas características e de seu modo de operação nas características da cultivar.

No Brasil, o modelo CERES-Maize foi testado por Liu et al. (1989), utilizando dados meteorológicos, de solo e da cultura de milho híbrido DINA 10, coletados em Sete Lagoas-MG. Os resultados mostraram que as datas previstas e medidas, da emergência até o final do estágio juvenil, apresentaram uma diferença média de três dias, enquanto as datas do florescimento até o ponto de maturidade fisiológica tiveram uma diferença média de 0,5 dias. O estudo mostrou que o modelo produziu estimativas úteis de rendimento do milho para um local específico, tendo os autores sugerido a aplicação deste modelo para a estimativa de rendimento em outros locais do Brasil.

Bowen et al. (1993) testaram o modelo CERES-Maize utilizando dados de experimentos conduzidos no Distrito Federal. A subrotina do nitrogênio neste modelo foi avaliada com respeito à

simulação da disponibilidade de N após a incorporação de adubos verde. O modelo simulou realisticamente bem a liberação de N, porém ficou evidenciada a necessidade de realizar outros trabalhos visando determinar a importância da retenção de nitrato no subsolo e como a retenção pode ser descrita no modelo.

Lima (1995) avaliou o modelo CERES-Maize através da calibração, validação e teste de sensibilidade dos principais parâmetros envolvidos com dados observados em experimentos de campo em Piracicaba-SP. As simulações evidenciaram que o crescimento e desenvolvimento da planta e o rendimento de grãos foram estimados satisfatoriamente pelo modelo.

O presente trabalho tem por objetivos, identificar as características genéticas desejáveis para a otimização da performance da cultura do milho “safrinha”, sob condições irrigadas e de sequeiro, e determinar épocas de semeadura adequadas para a região de Ribeirão Preto-SP.

MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se o modelo CERES-Maize (Jones & Kiniry, 1986), do sistema DSSAT3.5, com o objetivo de obter simulações de longo período do crescimento de milho "safrinha" para a região de Ribeirão Preto, no nordeste do estado de São Paulo. O modelo foi alimentado com dados da série climatológica histórica (1965-98), incluindo dados climáticos diários de precipitação, temperaturas máxima e mínima, e horas de insolação, obtidos no Instituto Agrônomo de Campinas, e também com as características do solo da região no qual o milho é predominantemente cultivado (Latosolo Roxo distrófico), obtidos por Saad (1991).

Dois experimentos foram simulados considerando-se a cultura de milho irrigada e não irrigada, em 5 épocas de semeadura durante o período de fevereiro a abril, para identificar as características genéticas que determinam maior rendimento. Foram avaliados diferentes valores dos seguintes coeficientes genéticos considerados pelo modelo: duração do estágio vegetativo, desde a emergência até o final do estágio juvenil (P1); duração do estágio reprodutivo, do florescimento à maturidade fisiológica (P3), ambos em graus-dia, e número potencial de grãos por planta (G2). A taxa de crescimento de grãos (mg.graus.dia^{-1}), relativa ao coeficiente genético G3, foi mantida constante, conforme se apresenta na Tabela 1.

Tabela 1. Valores dos coeficientes genéticos avaliados nas simulações.

Genótipo	P1	P5	G2	G3
1	200	600	400	6,5
2	200	600	600	6,5
3	200	600	800	6,5
4	300	750	400	6,5
5	300	750	600	6,5
6	300	750	800	6,5
7	400	950	400	6,5
8	400	950	600	6,5
9	400	950	800	6,5

Nas simulações, foram consideradas densidade de 50.000 plantas.ha⁻¹, espaçamento entre fileiras de 70 cm e profundidade de sementeira de 8 cm. Foram assumidas aplicações de 10 kg.ha⁻¹ de N, 25 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 20 kg.ha⁻¹ de K₂O na sementeira, seguidas de 40 kg.ha⁻¹ de N em cobertura aos 30 dias após a sementeira. No experimento irrigado, consideraram-se irrigações de 10 mm aplicadas por aspersão quando o nível de água disponível no solo atingiu 60%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os períodos entre a emergência e a floração foram mais longos para as épocas de sementeira mais tardias (Tabela 2). Isso foi atribuído ao maior tempo para acumular o número de grau-dia requerido para o coeficiente genético P1 em cada grupo de cultivares, devido ao decréscimo de temperatura à medida que se avança do final do verão aos meses de outono.

Tabela 2. Número de dias da emergência à floração para os 9 genótipos nas 5 épocas de sementeira.

Genótipos	1-Fev	15-Fev	1-Mar	15-Mar	1-Abr
1, 2, 3	52,1	52,43	54,0	56,8	60,4
4, 5, 6	64,1	66,33	68,3	72,1	77,8
7, 8, 9	77,6	80,07	83,8	88,8	94,9

Para o milho não irrigado, à medida que se atrasou a sementeira, o rendimento simulado pelo modelo diminuiu consideravelmente. Assim, o rendimento médio de todos os genótipos simulados na primeira época de sementeira (1-fevereiro) foi de 2900 kg.ha⁻¹, reduzindo 40 e 60% quando a sementeira foi realizada em 1- março e 1- de abril, respectivamente. Isso foi atribuído aos efeitos da deficiência hídrica, menor disponibilidade de radiação e menor temperatura nos meses de outono.

Em todas as épocas de semeadura nas simulações sem irrigação, o genótipo 3 foi o que teve maior rendimento, alcançando 4400 kg.ha⁻¹ na primeira época de semeadura (Figura 1). Esse genótipo é caracterizado por possuir ciclo curto, alto número de grãos por planta e conseqüentemente elevado número de grãos.m⁻². O genótipo 6, de ciclo médio, também teve rendimento elevado, porém apenas na primeira época de semeadura (1- Fevereiro), caindo em forma drástica à medida em que a semeadura simulada foi mais tardia. O genótipo 7, de ciclo longo e baixo número de grãos por planta, foi o que obteve o pior comportamento na série de anos simulada.

Os resultados simulados pelo modelo concordam com os resultados obtidos por Duarte et al. (1994) em ensaios de campo conduzidos em vários locais no Vale do Paranapanema, em São Paulo. Os autores verificaram que as cultivares mais adaptadas e estáveis em todos os locais foram as de ciclo médio e precoce. Brunini (1997), também recomendou semear cultivares de ciclo curto para diminuir a chance de incidência de geadas nas fases críticas (florescimento e formação de espigas) nas regiões sudoeste e do Vale do Paranapanema.

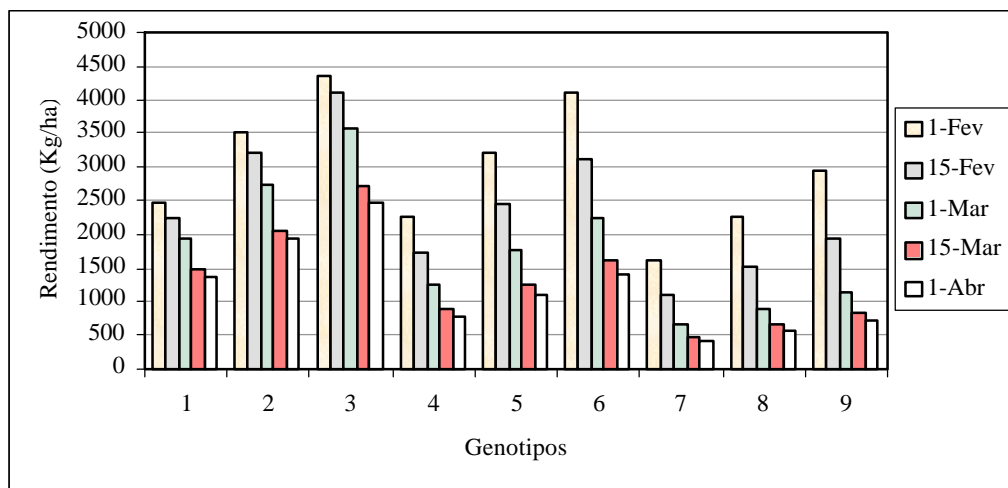


Figura 1. Rendimento simulado sob condições de sequeiro, de acordo com genótipo e época de semeadura.

Nas simulações para o milho irrigado, o rendimento médio mais elevado ocorreu na primeira época de semeadura (média de 5250 kg para os 9 genótipos), observando-se também menores rendimentos à medida que se atrasou a semeadura, entretanto essa diminuição de rendimento correspondeu a 14% na semeadura realizada em 1- março e 24% para a semeadura de 1 - abril. Tendo sido supridas as necessidades hídricas da cultura pela irrigação, os decréscimos simulados foram atribuídos ao menor crescimento da cultura causado pela ocorrência de fatores climáticos subótimos, principalmente às temperaturas mais baixas e menor radiação solar.

Na condição irrigada, em todas as épocas de semeadura, o maior rendimento foi obtido com o genótipo 9 (Figura 2), o qual se caracteriza por possuir ciclo longo. O maior consumo de N foi simulado também para este genótipo (129 kg.ha⁻¹), enquanto que o menor rendimento e consumo de N (95 kg.ha⁻¹) foram simulados para o genótipo 1 em todas as épocas de semeadura avaliadas.

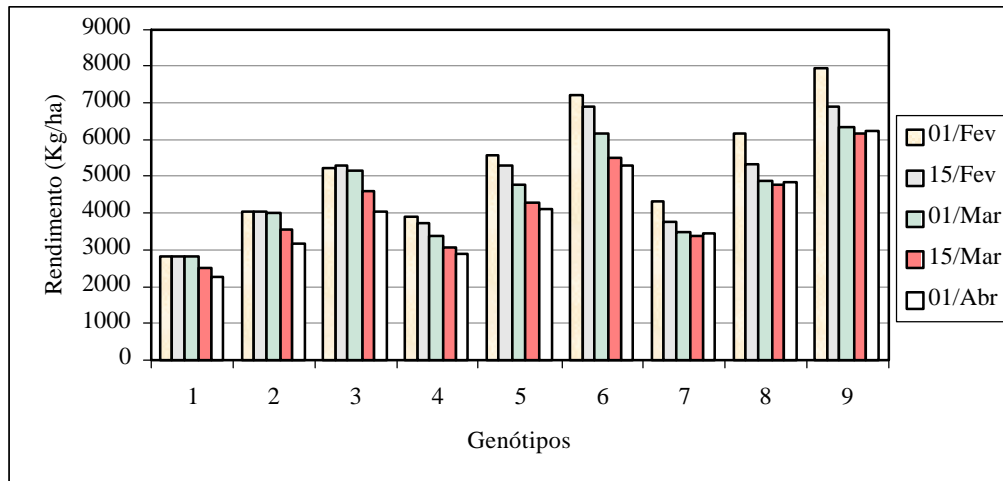


Figura 2. Rendimento simulado sob irrigação, de acordo com genótipo e época de semeadura.

A evapotranspiração simulada foi maior nos genótipos de ciclo mais longo, 7, 8 e 9, correspondendo a 576 mm durante o ciclo da cultura. Em contrapartida, os genótipos de ciclo curto (1, 2, 3) só atingiram 384 mm.

CONCLUSÕES

Observou-se um comportamento diferencial entre os diferentes materiais genéticos avaliados pelo modelo, destacando-se a necessidade de genótipos com características particulares para os diferentes sistemas de produção. Assim, no caso do uso de irrigação e fertilizantes, o modelo simulou maiores rendimentos para genótipos de ciclo longo e de maior número de grãos por espiga. Cultivares desse tipo requerem maiores consumos de nitrogênio e água (evapotranspiração) durante o ciclo de cultivo.

Em situações de sequeiro, a cultivar que determinou o maior rendimento foi caracterizada por possuir ciclo curto e elevado número de grãos por espiga.

BIBLIOGRAFIA

- BOWEN, W.T.; JONES, J.W; CARSKY, R.J; QUINTANA, J.O. Evaluation of the nitrogen submodel of CERES-Maize following legume green manure incorporation. **Agronomy Journal**, Madison, 85 (1): 153-9, 1993.
- BRUNINI, O. probabilidades de cultivo do milho "safrinha" no estado de São Paulo. In: Seminário sobre a cultura do milho "safrinha", 3. Assis, 1997. **Resumos**. Assis, CDV/IAC, 1997. p.37-55.
- DUARTE, A.P.; ALLIPRANDINI, L.F; SAWAZAKI, E.; KANTHACK, R.A.D. Avaliação de cultivares de milho "safrinha" no vale Paranapanema. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia, 1994. **Resumos**. Goiânia, Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1994. p.91.
- IEA-Instituto de Economia Agrícola. **Anuário Estatístico da Agricultura**: Anuário IEA 1992. Série de Informações Estatísticas da Agricultura 01/93. 1993.
- IEA-Instituto de Economia Agrícola. **Anuário Estatístico da Agricultura**: Anuário IEA 1996. Série de Informações Estatísticas da Agricultura 01/97. 1997.
- JONES, J.W & KINIRY, J.R. **CERES-Maize**: A simulation model of maize growth and development. College Station, Texas A&M Univ. Press, TX. 1986. 194p.
- LIMA, M.G. Calibração e validação do modelo CERES-Maize em condições tropicais do Brasil. Piracicaba, 1995. 119p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- LIU, W.T.H; BOTNER, D.M; SAKAMOTO, C.M. Application of CERES-Maize model to yield prediction of a Brazilian maize hybrid. **Agricultural and Forest Meteorology**. 45, 299-312. 1989.
- MOCK, J.J & PEARCE, R.B. An ideotype of maize. **Euphytica**, 24: 613-623. 1975.
- MUCHOW, R.C. & CARBERRY, P.S. Designing improved plant types for the semiarid tropics: agronomist viewpoints. In: Proceedings of the International Symposium on Systems Approaches for Agricultural Development, 2-6 Dezembro, 1991. Bangkok, Thailand.
- SAAD, A.M. Uso do tensiômetro no controle da irrigação por pivô central na cultura de Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L) Tese de Mestrado, Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Usp.141p.1991.
- WHITE, J.W. Modeling and crop improvement. In: **Understanding options for agricultural production**. Eds. Tsuji, G.Y; Hoogenboom, G; Thornton, P.K. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. p.179-188. 1998.