

Épocas de semeadura do milho “safrinha”, no Estado do Paraná, com menores riscos climáticos

Sergio L. Gonçalves^{1*}, Paulo H. Caramori², Marcos S. Wrege¹, Pedro Shioga² e Antônio C. Gerage²

¹FINATEC /MAA/IAPAR, C.P. 481, Londrina, Paraná, Brasil. ²IAPAR, C.P. 481, Londrina, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: sergiolg@pr.gov.br

RESUMO. O milho “safrinha”, *Zea mays* L. (Poaceae), é cultivado em parte do Estado do Paraná, em diversos tipos de solo e clima, podendo sofrer perdas elevadas provocadas por eventos climáticos desfavoráveis, dependendo da época de semeadura. Neste trabalho, foram realizadas análises dos riscos de geadas em todo o ciclo da cultura, com atenção especial ao período compreendido entre o florescimento e a maturação, bem como os de deficiência hídrica no estabelecimento e no florescimento, para identificar zonas homogêneas climaticamente e indicar as melhores épocas de semeadura para o estado. O risco de geada, nos trinta dias que antecedem a maturação, foi considerado o de maior restrição ao cultivo da “safrinha” de milho. Este fator, associado à combinação de menor risco de deficiência hídrica, permitiu a identificação de oito regiões distintas, com períodos de semeadura variando de janeiro a março.

Palavras-chave: risco climático, zoneamento, milho safrinha, época de semeadura.

ABSTRACT. **Planting dates with lower climatic risk, for maize grown, during the winter season “safrinha”, in Parana State, Brazil.** The maize crop, *Zea mays* L. (Poaceae), grown during the winter season “safrinha” in Parana State, southern Brazil, can be exposed to severe yield losses caused by unfavorable climatic events, depending on the planting date. In this paper, a methodology was adapted to assess the risk of frost during the crop cycle, with emphasis on the period between flowering and maturation, and the risk of water deficit during plant establishment and at flowering. Frost risk during the 30 days before maturation was considered as the most restrictive factor. Associating frost and water deficit risk, it was possible to identify eight distinct regions, with homogeneous planting dates of lower risk ranging from January to March.

Key words: climatic risk, crop zoning, maize, planting dates.

Introdução

O Estado do Paraná destaca-se como um dos principais produtores brasileiros de milho (Gerage, 2000). No período primavera-verão ele é cultivado em todo o estado, em diferentes tipos de solos, com níveis de riscos climáticos e potencial de rendimento variáveis. Uma outra alternativa é o seu cultivo na época do ano compreendida entre o verão e o outono, caracterizando o que se chama de “safrinha”. Porém, os riscos climáticos do cultivo neste época do ano, não estão ainda bem definidos para o Paraná. Assim, justifica-se a necessidade de estudos específicos, para melhor caracterizar as regiões mais adequadas ao seu cultivo, bem como as épocas de semeadura com maior probabilidade de sucesso.

Vários trabalhos foram conduzidos com a cultura no Estado do Paraná, acumulando nos últimos anos, um grande volume de informações e conhecimentos, que permitem juntamente com análises de séries de dados meteorológicos, solos e relevo, delimitar com maior

segurança, as áreas com características adequadas e os períodos mais favoráveis ao cultivo da “safrinha”.

Este trabalho de regionalização e épocas de cultivo da “safrinha” no estado, tem como objetivo básico a redução dos riscos associados a fatores climáticos, visando dar condições para que o potencial produtivo dos híbridos seja alcançado, com o mínimo de perdas possível. Foi realizado um estudo detalhado, visando aprimorar a definição de zonas homogêneas quanto às épocas de semeadura, tendo como base a análise detalhada dos riscos de geada e deficiência hídrica nos períodos de estabelecimento da cultura até a maturação.

Material e métodos

Dados de experimentação conduzidos em campo

As análises de risco climático descritas nos demais itens a seguir foram baseadas nos estudos experimentais sobre épocas de semeadura de milho “safrinha” no Estado do Paraná e dados de rendimento, conduzidos pelos pesquisadores do Instituto Agronômico do Paraná

(Iapar). Tais estudos permitiram escolher para as diferentes regiões, faixas de plantio em que há condições de obtenção de bons rendimentos, para as quais foram calculados os riscos climáticos, para diversos locais e épocas de semeadura, com a finalidade de estimar riscos nas diferentes fases do ciclo.

Classes de retenção de água no solo

A partir da caracterização de perfis representativos dos principais grupos de solos que ocorrem no Estado do Paraná (Hamakawa, 1997), estes foram classificados em três grupos, quanto à capacidade de retenção de água no perfil, dentro da faixa explorada pelo sistema radicular:

Grupo 1 - Solos de textura arenosa, com 7% de água disponível.

Grupo 2 - Solos de textura média, com 10% de água disponível.

Grupo 3 - Solos de textura argilosa, com 12% de água disponível.

Essas informações foram utilizadas para calcular os balanços hídricos em diversos locais e épocas de semeadura, conforme descrito a seguir.

Análises de riscos climáticos

Visando quantificar os riscos climáticos e identificar as regiões e períodos de semeadura mais indicados para o cultivo da “safrinha”, foram analisadas séries históricas de 29 estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná - Iapar (Wrege *et al.*, 1997), do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE e da Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento - Suderhsa (Caviglione *et al.*, 2000). Foram feitas as seguintes análises:

Risco de geadas entre o florescimento e a maturação

Primeiramente, foi obtida a duração média do ciclo dos híbridos estimando-se a duração dos períodos emergência-florescimento-maturação, pelos totais de unidades de calor (U.C.), entre 10 e 30°C, necessários para completar o período entre a emergência e o florescimento (Gilmore e Rogers, 1958; Bernardes *et al.*, 1987). Devido à necessidade do acúmulo de calor para o desenvolvimento da planta, as datas de florescimento e de maturação, variam no Estado do Paraná, não apenas conforme a data de semeadura, mas também conforme a latitude e a altitude do local da lavoura (Tabela 1).

A geada pode trazer prejuízos em qualquer fase do desenvolvimento das plantas, porém para a “safrinha”, os riscos entre o florescimento e a maturação são os mais importantes, pois esta parte do ciclo pode vir a ocorrer no período do inverno em que o risco é maior. Utilizando-se dados históricos de 29 estações

climatológicas do Iapar, calculou-se a probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas inferiores a 1 °C, no interior do abrigo meteorológico, para períodos decendiais ao longo do ano, conforme Gonçalves *et al.* (1997). Temperaturas inferiores a este valor, geralmente estão associadas à ocorrência de geadas (Grodzki *et al.*, 1996). Essas probabilidades foram calculadas para todo o ciclo, dando-se atenção especial ao período compreendido entre o florescimento e trinta dias após e nos trinta dias que antecedem a maturação, simulando-se semeaduras entre janeiro e abril. Essas probabilidades foram correlacionadas com a altitude e a latitude das estações meteorológicas, obtendo-se, conforme Gonçalves *et al.* (1997), regressões lineares múltiplas para cada decêndio, do tipo: **Prob.** = **a lat.** + **b alt** + **c**, onde **Prob.** é a probabilidade de ocorrência de geadas; **a**, **b** e **c**, são coeficientes; **lat.** a latitude e **alt.** a altitude. Tais regressões foram utilizadas para gerar mapas detalhados de níveis de risco de geadas durante o ciclo da cultura, em função da época de semeadura, altitude e latitude do local, utilizando como base um mapa contendo valores médios de altitude, para pixels com aproximadamente 800 m x 800 m (USGS, 1999). A interpolação dos valores e geração de isolinhas de risco foram feitas utilizando o software “Surfer”, versão 6.0, utilizando-se o método de interpolação kriging. Admitiu-se um risco máximo entre 10% e 20% de ocorrência de geadas para indicar a semeadura em um dado decêndio. Este estudo foi importante para a delimitação das regiões e épocas finais de semeadura, sendo necessário evitar que ela ocorra tarde demais em algumas regiões.

Deficiência hídrica

Utilizou-se um modelo de balanço hídrico para a estimativa das necessidades hídricas da cultura do milho (Oliveira e Villa Nova, 1996; Wrege *et al.*, 1997, 1999). Os cálculos de balanço hídrico foram feitos para todas as regiões do estado, sendo os riscos de deficiência hídrica determinados para os períodos de estabelecimento da cultura e da floração. No estabelecimento, considerou-se o período entre a germinação e a emergência, analisando-se os 10 primeiros dias após a semeadura, enquanto que na floração, considerou-se o período entre 10 dias antes e 10 dias após a data prevista para o seu início, estimada em graus dia. Admitiu-se também que o milho explora uma profundidade de 20 cm do solo no início do seu desenvolvimento, até 80 cm no final do ciclo. Considerou-se que ocorria déficit hídrico sempre que o armazenamento de água no solo era inferior a 60% da capacidade de água disponível (CAD), segundo Doorenbos e Kassam (1979).

Resultados e discussão

Risco de geadas

Foram gerados mapas de isolinhas de risco de geadas durante todo o desenvolvimento da cultura, de simulações de semeadura entre janeiro e abril. Na Figura 1 são apresentados os mapas da probabilidade de ocorrência de temperaturas iguais ou inferiores a 1°C, nos trinta dias que antecedem a maturação do milho, com simulação de semeadura em janeiro, fevereiro e março. Observa-se que, quando a semeadura é feita precocemente (janeiro), a emergência das plantas ocorre ainda no verão, com pequenos riscos de baixas temperaturas na floração e na maturação, em grande parte do estado. Somente nas regiões mais altas e ao Sul, os riscos são superiores a 10%. Observa-se também, ainda pela Figura 1, que quanto mais tardia a semeadura, maior será o risco de geada no período estudado e menor a área apta para cultivo no estado.

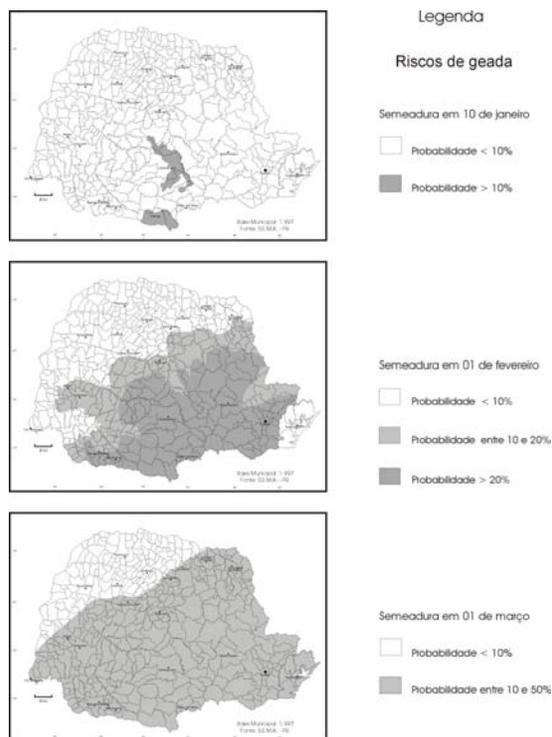


Figura 1. Probabilidades de ocorrência de geada entre os períodos de florescimento e de maturação do milho “safrinha”, em função da época de semeadura. Londrina, Estado do Paraná, 2002

Os resultados indicaram que no Estado do Paraná existem regiões diferenciadas quanto à probabilidade de ocorrência de baixas temperaturas no período de desenvolvimento das plantas de milho “safrinha”. No Sul, principalmente nas regiões de maior altitude, como as de Guarapuava, Palmas, Ponta Grossa e Curitiba, essa probabilidade é sempre alta, mostrando sérias restrições

térmicas ao cultivo. Nas demais regiões (Figura 2), são menores as probabilidades de geada, não havendo restrições ao cultivo, por fator térmico, para semeaduras feitas até o final de janeiro e meados fevereiro, nas regiões **D**, **E**, **F**, **G** e **H**; até o final de fevereiro na região **C** e até o final de março nas regiões **A** e **B**. Para semeaduras mais tardias, os riscos passam a ser significativos.

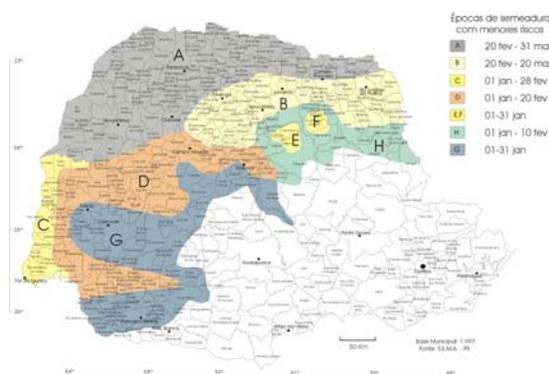


Figura 2. Regionalização e épocas de semeadura de milho “safrinha” no Estado do Paraná. Londrina, 2002

Deficiência hídrica

A disponibilidade hídrica apresenta grande variabilidade regional no Estado do Paraná, conforme mostraram Wrege *et al.* (1999). Neste caso, os resultados obtidos permitiram identificar também, diferenças nos níveis de riscos de deficiência hídrica. A Figura 3 apresenta as porcentagens de riscos na floração (eixo das ordenadas), conforme a época de semeadura (eixo das abscissas). Para as primeiras épocas de semeadura simuladas, observa-se a ocorrência de riscos de deficiência hídrica acima de 50%, principalmente na Região Noroeste, onde predominam solos arenosos, com riscos superiores a 55% e extremo Nordeste (região de Cambará, com riscos superiores a 50%). Nessas regiões, são recomendáveis cuidados especiais com o manejo dos solos, para a melhoria da retenção de água. No Sul e no Oeste, as possibilidades de redução de produtividade por deficiência hídrica são menores, entre 25 e 40%, indicando que os períodos de semeadura, com menores riscos, são os meses de março e abril.

Definição das zonas homogêneas

Tendo como base a frequência de geadas e com o apoio de dados de latitude, altitude, deficiência e excedente hídrico em todo o estado, foram identificadas oito regiões homogêneas quanto aos fatores climáticos analisados e às épocas de semeadura simuladas, conforme a Figura 2. As regiões em branco, situadas ao Sul do estado, apresentam maiores altitudes, não sendo adequadas ao cultivo, por mostrarem altos riscos de

geada. Nas regiões indicadas, de **A** a **H**, os riscos de geada são aceitáveis, não se constituindo uma restrição ao cultivo, sendo, portanto, aptas. Dentro destas regiões, a **A** e a **B** (Noroeste e Norte) mostram riscos de deficiência hídrica maiores que as demais.

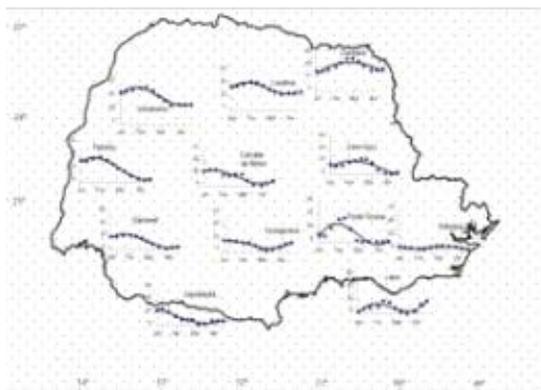


Figura 3. Risco de deficiência hídrica (%) (eixo das ordenadas) no florescimento do milho "safrinha" no Estado do Paraná, conforme a época de semeadura (eixo das abscissas). Londrina, 2002

Tabela 1. Diferenças de ciclo de híbridos de milho, conforme data de semeadura, em 10 localidades do Estado do Paraná. (IAPAR, dados não publicados)

Local	Semeadura	Florescimento	Maturação
Cambará	01/01	24/02	24/04
	20/04	12/07	10/09
Cândido de Abreu	01/01	28/02	28/04
	20/04	03/08	02/10
Cascavel	01/01	01/03	29/04
	20/04	05/08	04/10
Francisco Beltrão	01/01	01/03	30/04
	20/04	11/08	10/10
Guarapuava	01/01	10/03	09/05
	20/04	01/09	31/10
Londrina	01/01	26/02	26/04
	20/04	21/07	19/09
Nova Cantu	01/01	25/02	25/04
	20/04	15/07	13/09
Paranavá	01/01	22/02	22/04
	20/04	06/07	04/09
S. Miguel do Iguçu	01/01	22/02	22/04
	20/04	20/07	18/09
Umuarama	01/01	23/02	23/04
	20/04	10/07	08/09

As épocas de semeadura mais indicadas levam em conta a análise conjunta dos riscos de geada com os de deficiência hídrica, sendo que nas regiões situadas ao Norte, as épocas de menores riscos para a semeadura são o final de fevereiro e o mês de março, enquanto que nas demais regiões, janeiro e fevereiro (Figura 2). O vale do Ribeira e Litoral, embora tenham disponibilidade térmica, não possuem expressão no cultivo de milho, por limitações de solo e relevo.

Os resultados obtidos indicam a necessidade de

esforços de pesquisa para desenvolver híbridos com tolerância à seca e a baixas temperaturas, além de práticas de manejo, tais como o cultivo mínimo e o plantio direto, de forma a minimizar os problemas inerentes à deficiência hídrica para a cultura do milho quando semeado no período de outono-inverno.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Ministério da Agricultura e à Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos-Finatec/UnB, pelo apoio financeiro e recursos humanos para condução das atividades.

Referências

- BERNARDES, L.R. et al. Comparação de dois métodos de estimativas de unidades de calor para florescimento e maturação de cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.) no Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. 5, 1987, Belém, *Coletânea de Trabalhos...* Belém, 1987, p. 110-114.
- CAVIGLIONE, J.H. et al. *Cartas climáticas do Paraná*, 2000. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná - Iapar, 2000.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. M. *Yield response to water*. Roma, FAO, 1979. (FAO. Irrigation and Grainage Papaer, 33).
- GERAGE, A.C. A Cultura do Milho no Paraná. In: *Milho-Estratégias de Manejo Para a Região Sul*, 2000, 209 p.
- GILMORE, E.C.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agron. J.*, v. 50, p. 611-615, 1958.
- GONÇALVES, S.L. et al. Risco de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C no florescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado na safra das águas no Estado do Paraná. *Rev. Bras. Agrometeorol.*, Santa Maria, v. 5, n.1, p. 99-107, 1997.
- GRODZKI, L. et al. Riscos de ocorrência de geada no Estado do Paraná. *Rev. Bras. Agrometeorol.*, Santa Maria, v.4, n.1, p. 93-99, 1996.
- HAMAKAWA, P. *Caracterização físico-hídrica dos solos do Paraná*. Londrina, 1998. (Iapar, Boletim Técnico, no prelo).
- OLIVEIRA, D.; VILLA NOVA, N. A. Evapotranspiração máxima e lâminas de irrigação necessárias para feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Paraná. *Rev. Bras. Agrometeorol.*, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 29-36, 1996.
- USGS-U.S.GEOLOGICAL SURVEY - Survey National Mapping Division. *Global 30 Arc Second Elevation Data*, 1999. Disponível: [http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/gtopo30/gtopo30.html].
- WREGE, M.S. et al. Risco de deficiência hídrica na cultura do feijoeiro durante a safra das águas no Estado do Paraná. *Rev. Bras. Agrometeorol.*, Santa Maria, v. 5, n.1, p. 51-59, 1997.
- WREGE, M. S. et al. Risco de deficiência hídrica para a cultura da batata (*S. tuberosum*), safra das águas, no Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11. Florianópolis, *Anais...* Florianópolis, 1999.

Received on December 19, 2000.

Accepted on May 03, 2002.