

INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE PLANTIO NO DESEMPENHO DO MILHO SAFRINHA NO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL

PEDRO SENTARO SHIOGA¹ e ANTÔNIO CARLOS GERAGE¹

¹Pesquisadores do IAPAR. Rod. Celso Garcia Cid km 375, Cx. Postal 481, CEP: 86001-970, Londrina, PR, Brasil, E-mail: shioga@iapar.br; milhoger@iapar.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.9, n.3, p. 236-253, 2010

RESUMO - O cultivo do milho (*Zea mays* L.) safrinha está consolidado no cenário agrícola paranaense, constituindo-se em ótima opção de renda dos agricultores. Apesar disso, as condições climáticas predominantes nesse período de cultivo, como temperatura, radiação solar e disponibilidade de água, são fatores limitantes para o desenvolvimento da planta do milho. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes épocas de plantio no desempenho da cultura do milho safrinha, em quatro localidades do Estado do Paraná. Os experimentos foram conduzidos em Londrina e Cambará (região Norte), em Ubiratã (região Centro-Oeste) e Palotina (região Oeste), principais regiões produtoras do milho safrinha. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram compostas pelas épocas de plantio e as subparcelas foram as cultivares. Os resultados revelaram que, quanto mais cedo se efetuar o plantio melhores serão as condições de clima para obtenção do máximo rendimento de grãos. À medida que se atrasa o plantio, ocorrem perdas gradativas no potencial de rendimento. Em plantios mais cedo, ocorre aceleração no ciclo das plantas, em virtude do acúmulo inicial de graus-dias. À medida que se atrasa o plantio, verifica-se maior ciclo da planta, devido ao menor acúmulo de calor, especialmente durante o mês de maio.

Palavras-chaves: *Zea mays* L., ciclos, rendimentos.

PLANTING DATE EFFECT ON THE PERFORMANCE OF THE OFF SEASON MAIZE CROP IN THE PARANA STATE, BRAZIL

ABSTRACT - The off season maize (*Zea mays* L.) is a great option of profitability for growers. In spite of this, the predominant weather conditions of this period of the year like temperature, solar radiation and water availability are limiting factors to the corn plant development. The objective this present work was to evaluate the effects of different planting dates on off-season corn performance in four sites of Parana State. The trials were carried out in Londrina and Cambara (North region), Ubiratã (MidWestern region) and Palotina (West region), which are main growing regions of the off season corn crop. The experimental design was a randomized complete block arranged in a split plot scheme with four replications. The main plots were composed of four planting dates while the sub-plots were composed of varieties. The results showed that the earlier the planting is performed the better are wheather conditions to obtain the maximum grain yield . As planting is delayed gradual losses in the grain yield potential occur. In early planting dates acceleration of plant cycle occurs due to the initial accumulation of degree-days. As planting is delayed, plant cycle gradually increases due to the reduction in the accumulated heat mainly in the month of May.

Key words: *Zea mays* L., cycles, grain yield.

No Paraná, o cultivo do milho (*Zea mays* L.) safrinha está concentrado no período de fevereiro a março e a área de cultivo ultrapassou a marca de 1.500.000 hectares, nas safras 07/08 e 08/09 (SEAB/DERAL, em 11/03/2010). O cultivo do milho durante o outono-inverno deslocou em grande parte o eixo de produção de milho da safra normal para essa época do ano.

O tipo de clima predominante na região Norte do Estado do Paraná, segundo classificação de Köppen, é caracterizado como

Cfa - subtropical úmido, com verões quentes, geadas menos frequentes, com tendência à concentração de chuvas, nos meses de verão, acima do paralelo 24°S, sem estação seca definida, porém, na prática existe um curto período seco ou subseco no inverno; região Oeste do Estado apresenta características semelhantes, contudo, em virtude da entrada das massas de ar e latitudes mais elevadas (entre 24-26°S), ocorre maior frequência de geada severa e histórico de precipitação

mais elevada (Caviglione et al., 2000).

No conjunto, as condições climáticas predominantes nessa época do ano, como temperatura, radiação solar e disponibilidade de água, podem ser fatores limitantes para o desenvolvimento da planta de milho. A temperatura decresce ao longo do ciclo da cultura, inversamente ao que ocorre no cultivo do milho na safra normal, submetendo a planta de milho a maior condição de estresses. Em Cambará levantamentos efetuados ao longo de 30 anos, por Tommaselli & Villa Nova (1995), mostraram quedas progressivas no acúmulo de graus-dias de janeiro a junho. Com a luminosidade, também ocorre o mesmo fenômeno, passando de dias longos para dias curtos durante o ciclo da cultura, atingindo períodos de menor intensidade de luz justamente quando a planta requer maior quantidade de radiação (Fancelli & Dourado Neto, 1997). As precipitações diminuem e se tornam mais irregulares na média dos anos, à medida que se avança para o período de inverno. Diante dessa realidade climática, há uma sensível redução no potencial produtivo da espécie, conforme atestaram Gomes (1991) e Brunini (1997).

As fases mais críticas para a planta em exigência de água se concentram na emergência, no florescimento e no enchimento de grãos. Períodos de deficiência hídrica de uma semana por ocasião do pendramento podem provocar queda de produção ao redor de 50%, ao passo que, sob as mesmas condições, deficiência hídrica posterior ao início de formação dos

grãos pode acarretar perdas da ordem de 25 a 37% (Fancelli, 2001). Para a safra de verão, o consumo de água no período vegetativo está ao redor de 3 mm diários, alcançando de 5,0 a 7,5 mm na fase entre emborrachamento e grãos leitosos (Fancelli, 2001).

Considerando que a planta de milho é termossensível, a temperatura ao longo do ciclo da cultura exerce influência considerável nas etapas do seu desenvolvimento, provocando o encurtamento ou o prolongamento dessas, através do acúmulo de calor. Dessa forma, no período vegetativo e na maturação, temperaturas médias diárias superiores a 26 °C podem promover a aceleração dessas fases, bem como inferiores a 15,5 °C podem retardá-las (Berger, 1962). A temperatura ideal para a germinação das sementes e a emergência das plântulas, bem como para o desenvolvimento vegetativo, situa-se na faixa de 25-30 °C (Fancelli & Dourado Neto, 1997). A temperatura do solo nessa época do ano se apresenta em uma faixa ideal para promover a germinação e a emergência rápida das plântulas. Duarte et al. (1993) observaram prolongamento no ciclo do milho, quando semeado nos meses de março e abril. Cardoso (2001) também verificou prolongamento do ciclo em cultivares, na região de Londrina, quando o plantio foi efetuado em março. Segundo Gerage et al. (2001), os plantios realizados nos meses de janeiro e início de fevereiro, nas regiões tradicionais de cultivo, expõem as plantas de milho a altas temperaturas durante o desenvolvimento vegetativo, conduzindo-as a

um exagerado acúmulo de unidades calóricas, tendo como consequência a redução do ciclo e do potencial produtivo da cultura. À medida que o plantio avança para o final do verão e início do outono, as temperaturas médias diárias diminuem, contribuindo para um menor acúmulo de unidades calóricas, resultando em prolongamento do ciclo da cultura. A luz é outro fator preponderante no desenvolvimento da planta de milho, considerada planta do grupo C4. Segundo Fancelli & Dourado Neto (1997), a redução de 30 a 40% da intensidade da luz induz o atraso na maturação dos grãos, principalmente em cultivares tardias mais sensíveis a carência de luz. Contudo, a fase mais sensível à carência de luz é verificada no início da fase reprodutiva, 10-15 dias após o florescimento, quando a diminuição da radiação resulta na redução da densidade dos grãos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da cultura do milho safrinha semeado em diferentes épocas, em quatro localidades do Estado do Paraná.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos nas estações experimentais do Instituto Agrônomo do Paraná localizadas em Londrina e Cambará e nas unidades experimentais das cooperativas C.Vale Cooperativa Agroindustrial e Coagru Cooperativa Agroindustrial União, localizadas em Palotina e em Ubitatã, respectivamente. O tipo do solo em Londrina e Ubitatã é o Latossolo

Vermelho distroférico, textura argilosa e, em Cambará e Palotina, é o Latossolo Vermelho eutroférico, textura argilosa. As coordenadas geográficas são, em Londrina 23°22'S, 51°10'W e 585 m, Cambará 23°00'S, 50°02'W e 450 m, em Ubitatã 24°33'S, 52°58'W e 534 m e em Palotina 24°20'S, 53°50' e 345 m. Os climas predominantes nos diferentes locais, segundo classificação de Köppen são caracterizados como Cfa.

Selecionaram-se seis cultivares de milho de diferentes ciclos definidos pelas empresas obtentoras e germoplasmas de grupos contrastantes: em 2004, foram utilizadas as cultivares AG 9010 e SHS 5070 (híbridos simples, superprecoce); P 30K75, DKB 390, P 30F98 e AG 7000 (híbridos simples, precoce); a partir de 2005 até 2008, foram incluídas as cultivares DKB 979 (híbrido duplo, precoce); P 30F90 (híbrido simples, precoce) e IPR 114 (variedade, precoce) em substituição às cultivares SHS 5070, DKB 390 e P 30F98.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram compostas pelas épocas de plantio e as subparcelas pelas cultivares. Estas foram formadas por quatro fileiras de cinco metros de comprimento, com espaçamento de 0,80 m, considerando-se como área útil as duas linhas centrais. As épocas de plantio, estabelecidas como datas de referência, foram 15/02, 01/03, 15/03 e 30/03. Considerando 1º de janeiro como data inicial do ano, obtêm-se, para efeito

de análise de regressão, os intervalos em dias de 46, 60, 74 e 89 dias, exceto para os anos bissextos 2004 e 2008, cujos intervalos foram 46, 61, 75 e 90 dias, para os locais Londrina, Cambará e Ubitatã. Em Palotina, as datas de plantio foram 15/02, 01/03, 15/03 e 30/03, com intervalos de 46, 61, 75 e 90 dias, para o ano 2004, e 46, 60, 74 e 89 dias, para o ano 2006. No ano de 2005, as datas de plantio em Palotina foram 19/02, 07/03, 24/03 e 14/04, com intervalos de 50, 66, 83 e 104 dias. No ano de 2007, foram 21/02, 05/03, 16/03 e 03/04, com intervalos de 52, 64, 75 e 93 dias e, finalmente, no ano de 2008, foram 25/02, 05/03, 18/03 e 01/04, com intervalos de 56, 65, 78 e 92 dias.

As sementes foram tratadas com Imidacloprid (150 g.i.a.) + Thiodicarb (450 g.i.a.), visando o controle de pragas iniciais.

A implantação dos experimentos foi realizada em plantio direto, com matraca manuais, e distribuição de duas a três sementes por cova, em solo previamente adubado e demarcado, após o cultivo da soja. Posteriormente, foi realizado desbaste no estádio de três a quatro folhas, mantendo-se uma planta/cova.

A adubação de base foi realizada de acordo com as recomendações para o cultivo do milho safrinha contida em Oliveira (2003), e a adubação de cobertura foi efetuada entre os estádios V4 e V8, determinado pela disponibilidade de água no solo, em uma única época, na quantidade de 40 kg.ha⁻¹ de nitrogênio.

O controle de plantas daninhas foi

realizado com o uso de herbicidas do grupo das atrazinas, em pós-emergência da cultura e das plantas daninhas e complementadas com capinas manuais, quando necessário. Realizou-se a dessecação da área com as misturas dos herbicidas 2,4 D Amina + Glyphosate.

As pragas foram controladas através do tratamento de sementes (Imidacloprid + Thiodicarb) e pulverizações foliares, quando necessárias, com os seguintes produtos: Triflururon; Lambda Cialotrina; Lufenuron; Espinosade; Metamidofós e Metomil.

As variáveis avaliadas foram as seguintes: florescimento - em dias, a partir da emissão da flor feminina em 50% das plantas, nas duas linhas centrais da subparcela e rendimento de grãos - em kg.ha⁻¹, obtido a partir dos grãos colhidos das subparcelas e corrigido para umidade de 13%.

Os dados foram analisados estatisticamente através da análise de variância, utilizando-se o teste F. Os valores de F obtidos para o fator época foram considerados significativos ao nível de 5% (P<0,05). A análise de regressão foi efetuada para os valores quantitativos (SAS Institute, 1989).

Resultados e Discussão

As condições de clima apresentaram variações bastante distintas entre os anos no período de cultivo do milho safrinha, nas localidades deste estudo (Figuras 1, 2 e 3). O acúmulo térmico mensal foi calculado considerando a diferença entre a temperatura

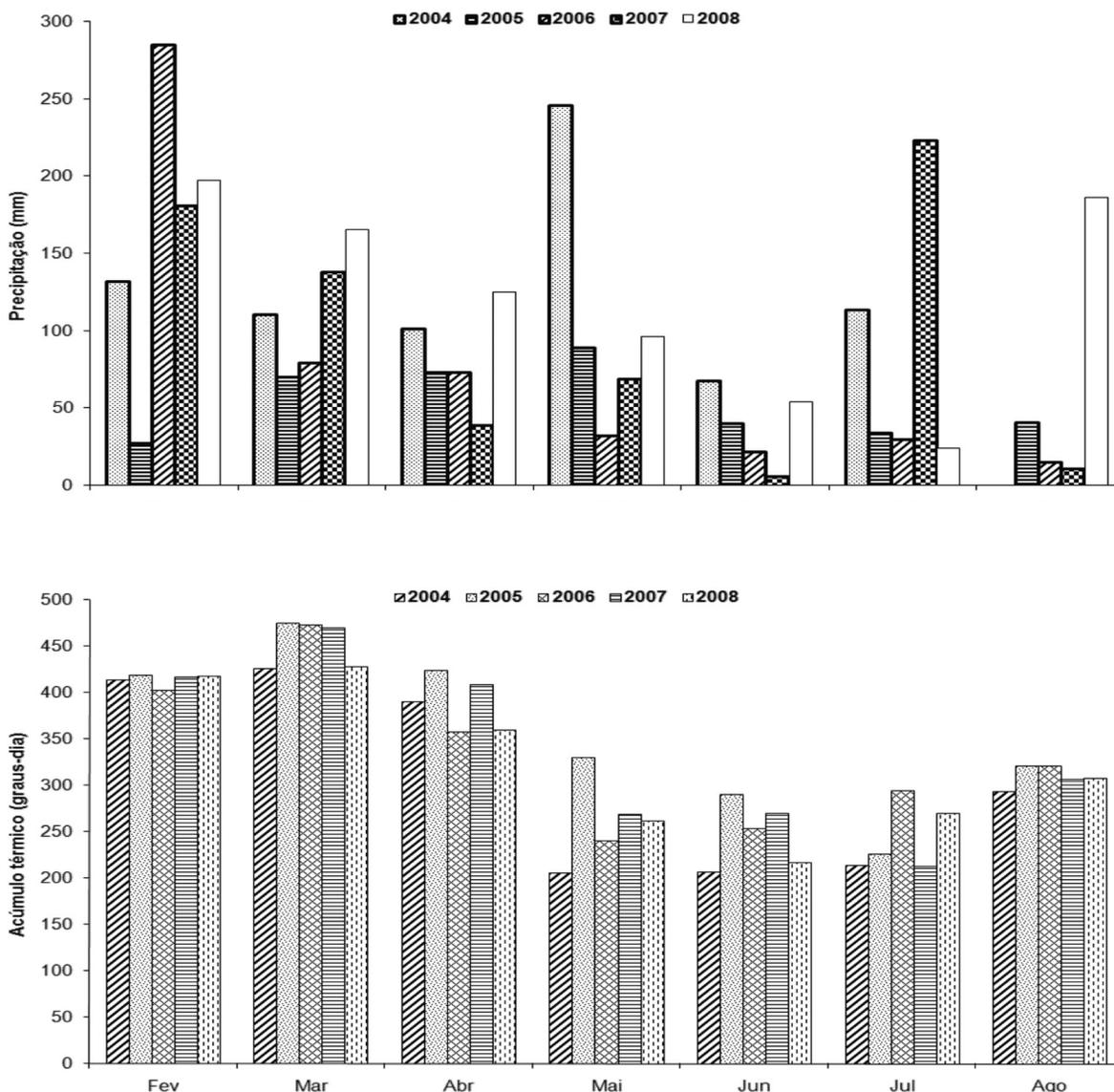


FIGURA 1. Precipitações mensais (mm) e acúmulo térmico mensal (graus-dia), em Londrina, PR, Brasil, de fevereiro a agosto de 2004-2008.

média diária e a temperatura base exigida pelo milho, de 10 °C. Em 2004, houve registro de geadas nos dias 13 e 14 de junho, com danos severos nas folhas do terço superior das plantas de milho, nos experimentos em Ubitatã e Palotina, e caracterizou-se como ano de inverno com temperaturas médias mais baixas em maio,

junho e julho, em Londrina, Cambará e Palotina, resultando em menor acúmulo de graus-dias (G.D.). As precipitações foram normais para o período, em Londrina e Palotina (Figuras 1 e 3). Em Cambará (Figura 2), houve déficit hídrico a partir da segunda quinzena de fevereiro até o início de abril. No mês de maio, as precipitações

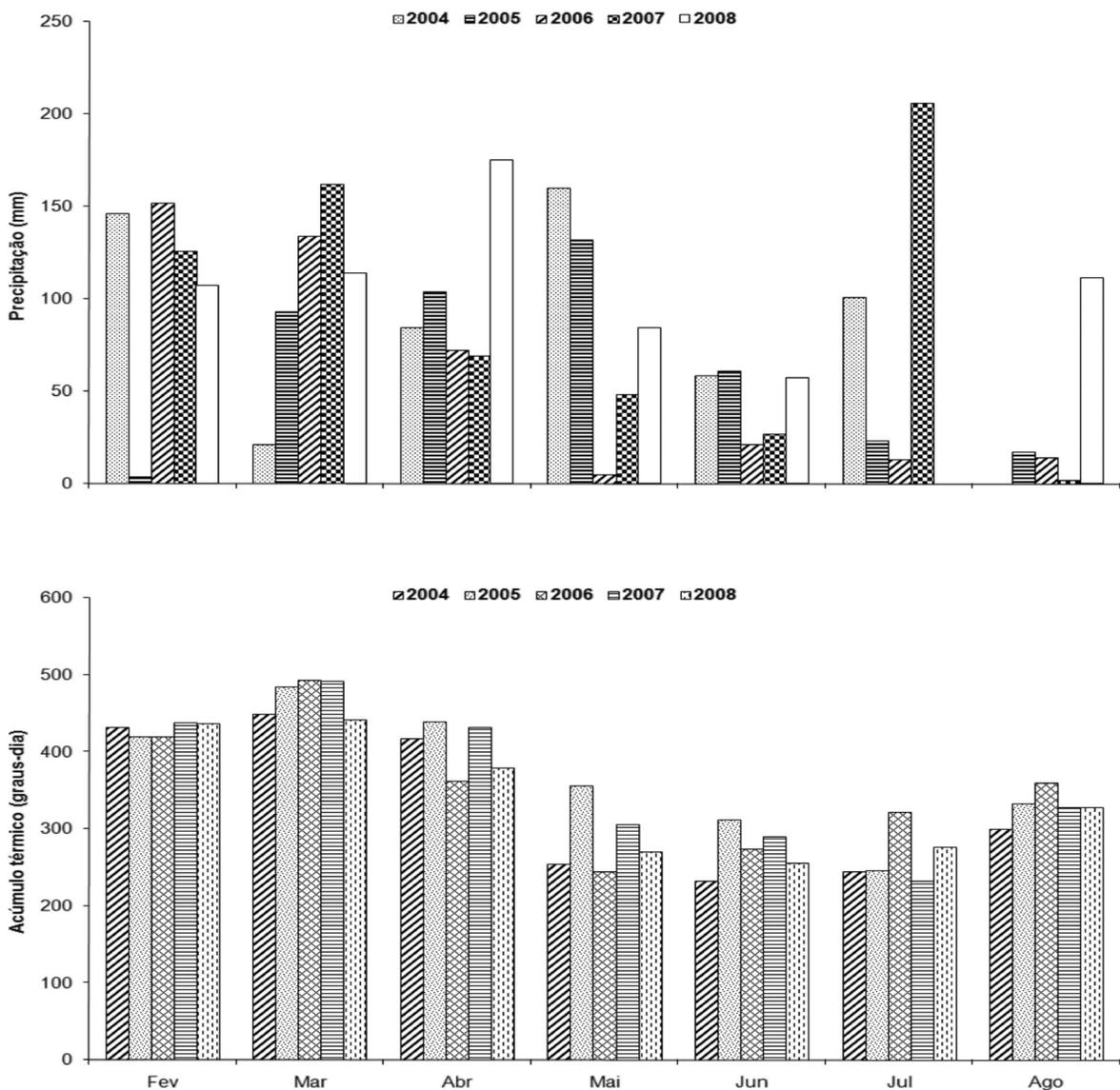


FIGURA 2. Precipitações mensais (mm) e acúmulo térmico mensal (graus-dia), em Cambará, PR, Brasil, de fevereiro a agosto de 2004-2008.

foram elevadas em todas as localidades. O ano de 2005 caracterizou-se pela ausência de geadas e inverno com temperaturas médias mais elevadas, gerando maior acúmulo de graus-dias (G.D.) do que em outros anos em maio e junho. As precipitações foram abaixo da média e irregulares nos meses de fevereiro e março, na

maioria das regiões. A partir do final de março, as precipitações se regularizaram em Cambará e Palotina, enquanto, em Londrina, ainda houve restrições hídricas nesse período. O ano de 2006 caracterizou-se pela ausência de geadas e por um inverno com temperaturas médias mais baixas, resultando em menor acúmulo de graus-dias

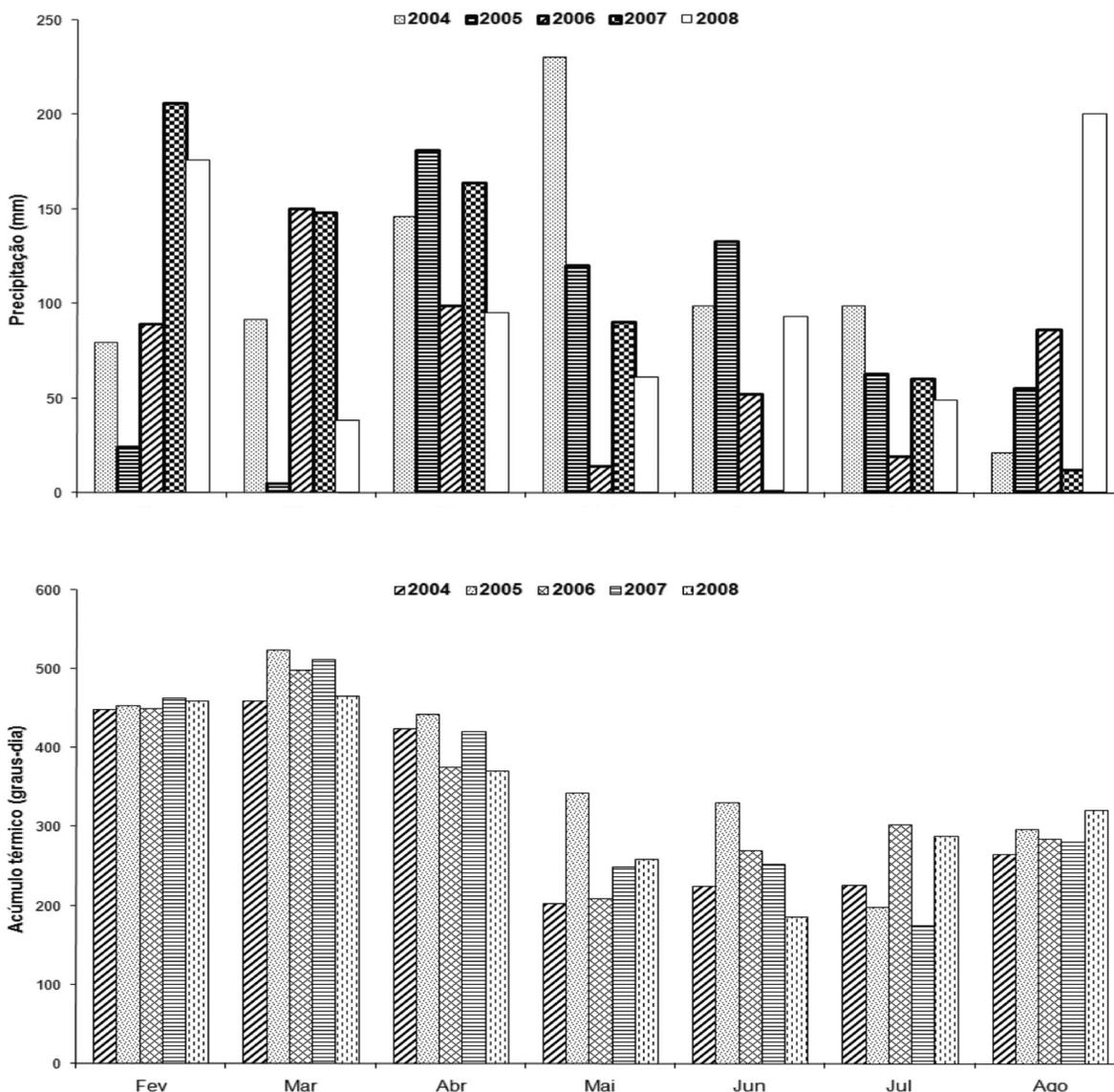


FIGURA 3. Precipitações mensais (mm) e acúmulo térmico mensal (graus-dia), em Palotina, PR, Brasil, de fevereiro a agosto de 2004-2008.

(G.D.) em maio e junho. Ao contrário de 2004 e 2005, as precipitações foram boas e regulares nos meses de fevereiro, março e abril. Contudo, houve redução significativa nos meses seguintes. Em 2007, houve registro de geadas em 30 e 31 de maio, com danos nas folhas do terço superior das plantas, nos experimentos em Ubitatã

e Palotina, cidades localizadas nas regiões Centro-Oeste e Oeste do Paraná, e caracterizou-se como inverno com temperaturas médias baixas em maio, junho e julho, em Londrina, Cambará e Palotina, gerando menor acúmulo de graus-dias (G.D.). Novamente as precipitações foram boas e regulares nos meses de fevereiro a

maio. Houve déficits hídricos apenas em junho, em todos os locais, e precipitações elevadas em julho, em Londrina e Cambará. Finalmente, em 2008, houve registro de geadas em 16 e 17 de junho, porém sem danos severos às plantas dos experimentos. As temperaturas médias foram baixas em maio, junho e julho, gerando baixo acúmulo de graus-dias (G.D.) nesses meses. As precipitações foram normais na maioria das regiões e déficits hídricos foram observados somente em julho, em Londrina e Cambará.

O efeito das épocas de plantio no rendimento médio de grãos e florescimento (DAF) de todos os experimentos estão apresentados nas Figuras 4, 5, 6, 7 e 8.

Em 2004, o experimento implantado em Londrina apresentou problemas de condução e, por isso, seus dados foram descartados. Em Cambará, nesse ano, o experimento não foi aproveitado, em virtude do déficit hídrico no final de fevereiro até o início de abril, que afetou a emergência das plântulas e o desenvolvimento inicial das plantas de milho. As geadas ocorridas em 13 e 14 de junho provocaram danos nas folhas do terço superior das plantas e afetaram os resultados finais de rendimento de grãos em Palotina e mais severamente em Ubatã. Além das geadas e volume de precipitações, o baixo acúmulo de graus-dias (G.D.) nos meses de maio, junho e julho influenciou os resultados de rendimento de grãos e florescimento (DAF) (Figura 4). A incidência de geadas foi o fator limitante para o rendimento de grãos nos experimentos de Ubatã e Palotina. Observou-se

que as primeiras épocas de plantio apresentaram superioridades estatísticas no rendimento de grãos, comparadas às últimas épocas, em virtude da incidência da geada e baixas temperaturas, principalmente nos meses de maio, junho e julho. Verificou-se um efeito linear decrescente de resposta para rendimento de grãos nas quatro épocas de plantio, em ambos os locais (Figura 4), sob a influência da incidência de geadas, que afetaram o desenvolvimento das plantas de milho. Observou-se, também, efeito mais severo das geadas em Ubatã do que em Palotina. Analisando-se o efeito das épocas de plantio no florescimento (DAF), obteve-se um padrão linear crescente de resposta. Esse efeito resultou em uma reta mais inclinada, em consequência do baixo acúmulo de graus-dias (Figura 4), em maio e junho, que provocou alongamento do ciclo da planta mais acentuado, a partir da terceira época de plantio.

Em 2005, condições desfavoráveis de precipitações na implantação dos experimentos causaram má emergência das plântulas de milho e resultaram na perda dos ensaios, em Cambará. Esse ano, de modo geral, caracterizou-se pela ausência de geadas e maior acúmulo de graus-dias (G.D.) em maio e junho e precipitações baixas e irregulares no início do desenvolvimento das plantas (Figuras 1, 2 e 3). As precipitações foram regulares a partir da segunda quinzena de março. O maior acúmulo de graus-dias (G.D.) nos meses de maio e junho e o volume de precipitações afetaram os resultados de rendimento de grãos e florescimento (DAF) em

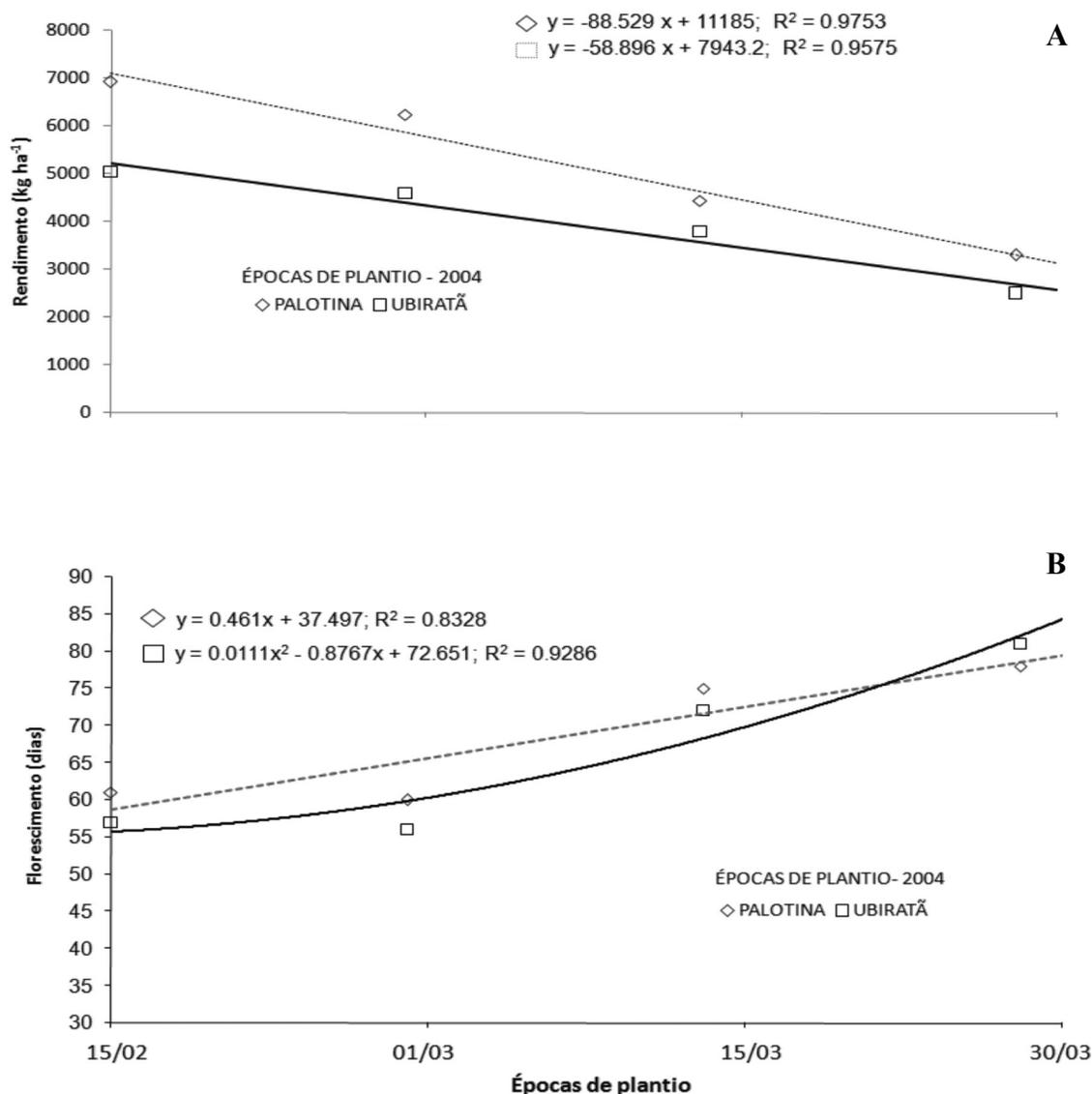


FIGURA 4. Efeito da época de semeadura sobre o rendimento de grãos (A) e florescimento (B), no período do cultivo do milho safrinha, no Estado do Paraná, Brasil, nas localidades de Palotina e Ubiratã, em 2004.

todos os locais, com exceção de Cambará (Figura 5). Em Londrina, houve restrições hídricas no início de desenvolvimento das plantas, o que resultou em baixos rendimentos de grãos nas primeiras épocas. Em Ubiratã e Palotina, as precipitações ocorreram em maior volume e

melhor regularidade e, por isso, os rendimentos de grãos foram mais elevados. Por outro lado, o maior acúmulo de graus-dias (G.D.) nos meses de maio e junho, associado às precipitações regulares a partir da segunda quinzena de março, atenuaram a queda no rendimento

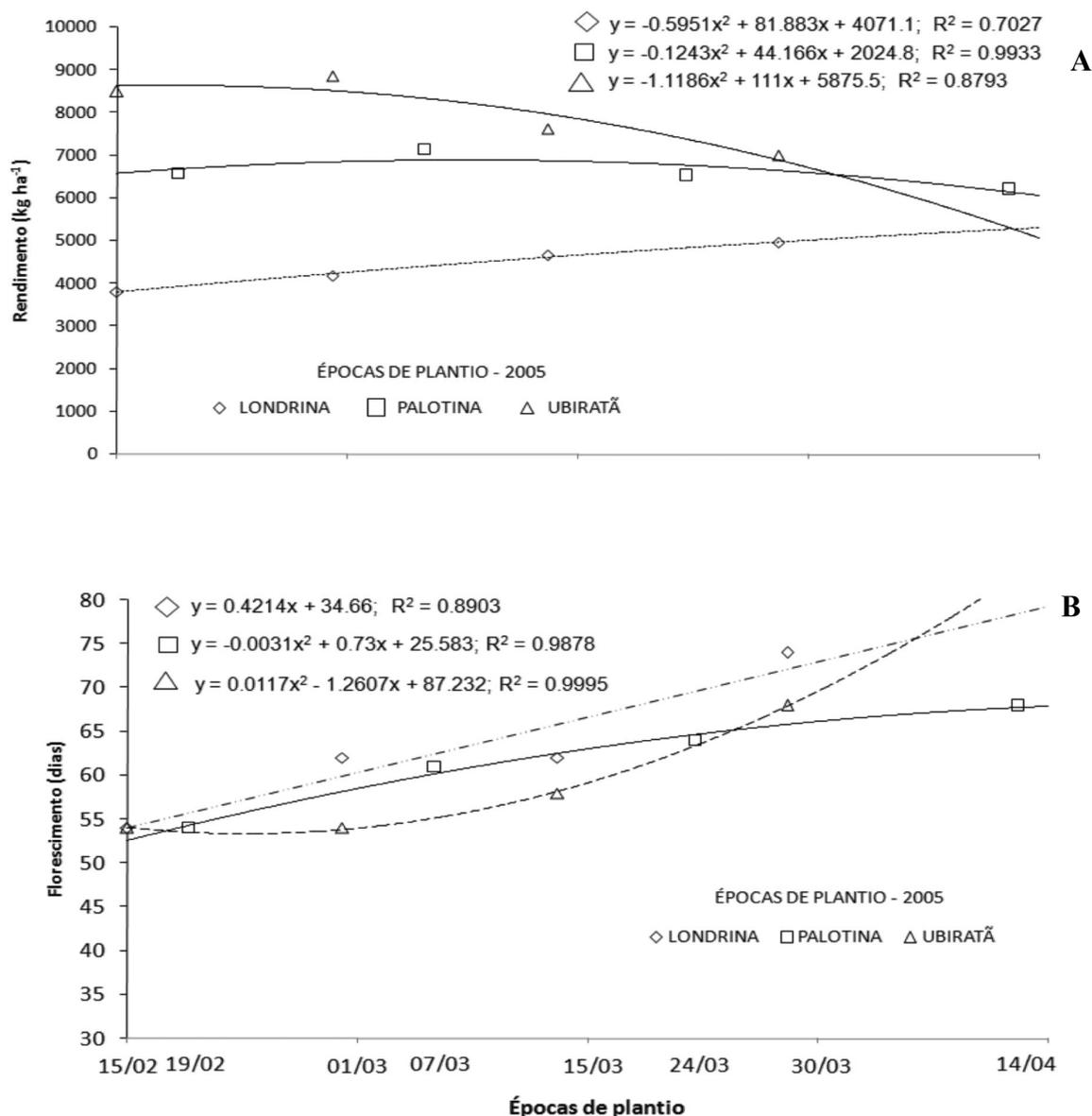


FIGURA 5. Efeito da época de semeadura sobre o rendimento de grãos (A) e florescimento (B), no período do cultivo do milho safrinha, no Estado do Paraná, Brasil, nas localidades de Londrina, Palotina e Ubiratã em 2005. Em Palotina, as épocas de plantio foram em 19/02, 07/03, 24/03 e 14/04.

de grãos nas últimas épocas, determinando valores não significativos entre as épocas, em Londrina e Ubiratã, e valores significativos somente em Palotina. As curvas apresentaram padrões quadráticos de respostas em Ubiratã e Palotina, em virtude do melhor desempenho das

plantas na segunda época de plantio e reduções menos acentuadas nos rendimentos de grãos nas últimas épocas de plantio, em consequência do acúmulo de graus-dias elevados em maio, junho e julho, associado à boa disponibilidade de água. Em Londrina, a curva apresentou padrão linear

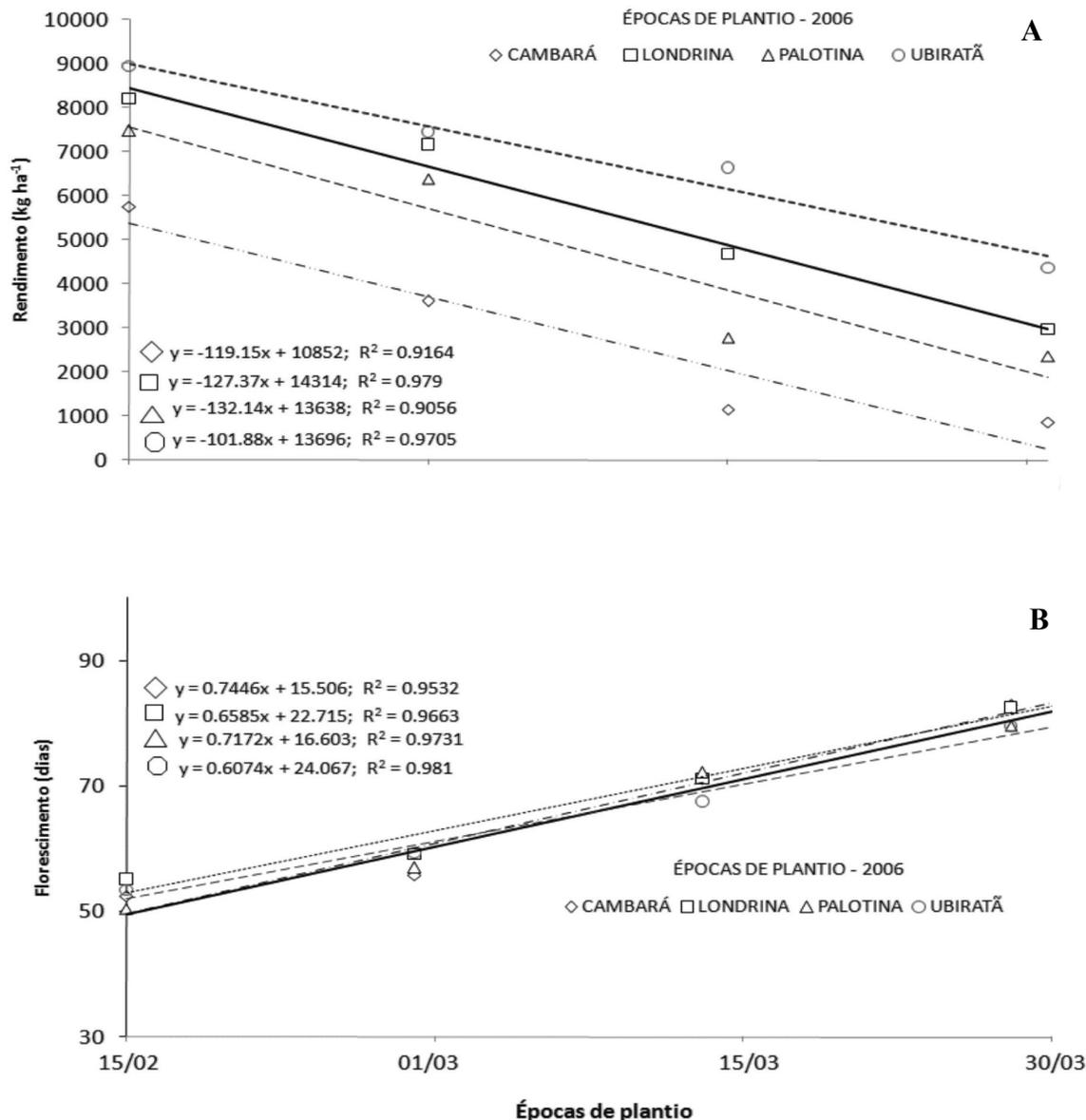


FIGURA 6. Efeito da época de semeadura sobre o rendimento de grãos (A), florescimento (B), no período do cultivo do milho safrinha, no Estado do Paraná, Brasil, nas localidades de Cambará, Londrina, Palotina e Ubiratã, em 2006.

crescente de resposta, em virtude do déficit hídrico no início de desenvolvimento das plantas, nas primeiras épocas de plantio, e ao acúmulo elevado de graus-dias nos meses de maio, junho e julho, com boa disponibilidade de água nas últimas épocas de plantio (Figura 5). Avaliando-se o efeito das épocas

no florescimento (DAF), observou-se padrão linear de respostas, porém com menos inclinação, em consequência do acúmulo de graus-dias (G.D.) mais elevado em maio e junho, determinando ciclos mais curtos das plantas nas últimas épocas.

O ano de 2006 caracterizou-se pela

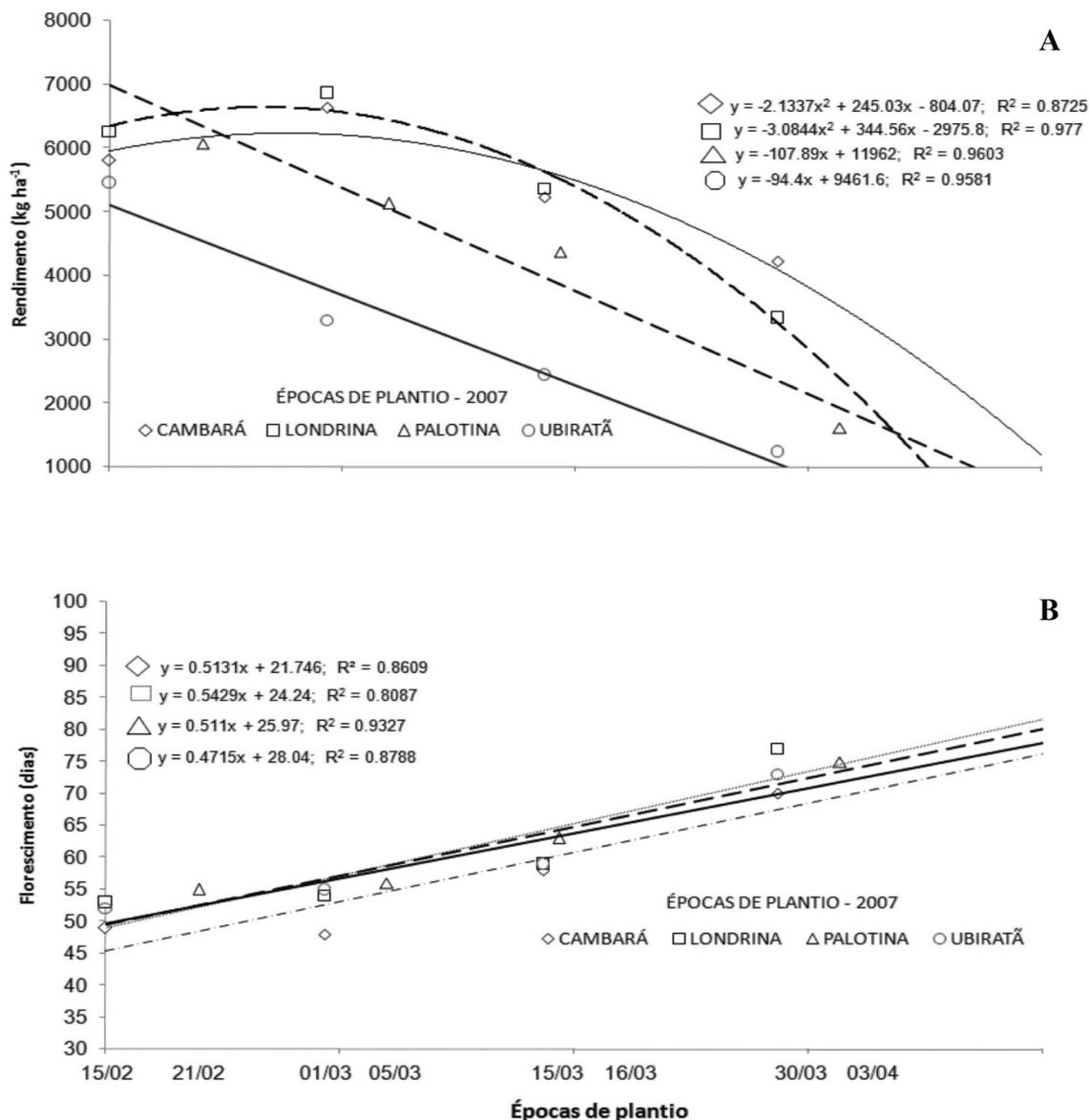


FIGURA 7. Efeito da época de semeadura sobre o rendimento de grãos (A) e florescimento (B) no período do cultivo do milho safrinha, no Estado do Paraná, Brasil, nas localidades de Cambará, Londrina, Palotina e Ubiratã, em 2007. Em Palotina, as épocas de plantio foram em 21/02, 05/03, 16/03 e 03/04.

ausência de geadas. O baixo acúmulo de graus-dias (G.D.) em maio e junho e as precipitações em volumes baixos e irregulares, a partir de maio (Figuras 1, 2 e 3), afetaram os resultados de rendimento de grãos e o florescimento

(DAF), em todos os locais (Figura 6). As restrições hídricas em Cambará resultaram em menores rendimentos de grãos, comparados às outras localidades. Verificaram-se decréscimos significativos entre as épocas de plantio nos

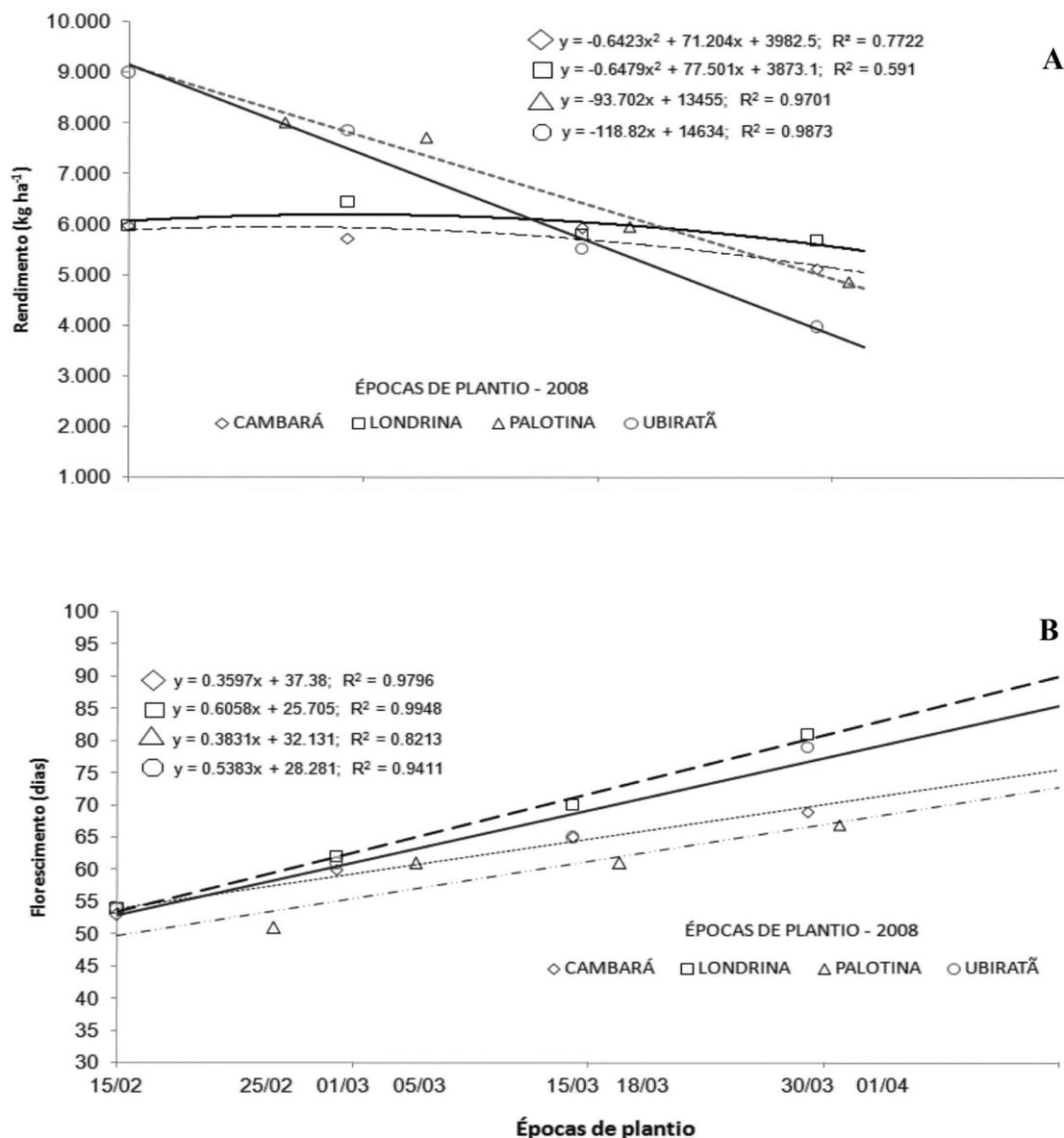


Figura 8. Efeito da época de semeadura sobre o rendimento de grãos (A) e florescimento (B), no período de cultivo do milho safrinha, no Estado do Paraná, nas localidades de Cambará, Londrina, Palotina e Ubiratã, em 2008. Em Palotina, as épocas de plantio foram em 25/02, 05/03, 18/03 e 01/04.

quatro locais, em consequência do baixo acúmulo de graus-dias em maio e junho, associado às restrições hídricas a partir de maio. As curvas mostraram padrões lineares de respostas e as inclinações mais acentuadas apenas refletiram

o baixo acúmulo de graus-dias (G.D.) ocorridos em maio e junho e restrições hídricas a partir de maio (Figura 6). Analisando-se o efeito das épocas no florescimento (DAF), obtiveram-se padrões lineares de respostas, com inclinação

bastante acentuada, muito semelhante ao ocorrido em 2004, devido ao baixo acúmulo de graus-dias (G.D.) nos meses de maio e junho, que provocou alongamento do ciclo da cultura, principalmente a partir da terceira época de plantio (Figura 6).

Em 2007, houve registro de geadas nos dias 30 e 31 de maio, que provocaram danos nas folhas do terço superior das plantas e afetaram os resultados finais de rendimento de grãos, em Palotina, e, mais severamente, em Ubiratã. Em Londrina e Cambará, não se constataram danos nas folhas pelas geadas. Além das geadas, no inverno desse ano, as temperaturas mais baixas induziram menor acúmulo de graus-dias (G.D.) nos meses de maio e junho (Figuras 1, 2 e 3), o que também influenciou os resultados finais de rendimento de grãos e florescimento (DAF) nas épocas mais tardias (Figura 7). As precipitações em volumes baixos no mês de junho também foram responsáveis pelos baixos resultados finais de rendimento de grãos, nos quatro locais, de forma gradativa, decrescente ao longo das quatro épocas, em virtude dos estádios diferentes nos quais se encontravam as plantas. Analisando-se os dados, verificaram-se diferenças estatísticas nos rendimentos de grãos entre épocas de plantio, em consequência da incidência das geadas e baixas temperaturas, especialmente nos meses de maio e junho, e precipitações baixas no mês de junho, que afetaram as plantas nos diferentes estádios de desenvolvimento. Verificou-se efeito linear decrescente de resposta para rendimento de

grãos, nas quatro épocas de plantio, em Ubiratã e Palotina (Figura 7), sob a influência da incidência de geadas, baixas temperaturas e precipitações baixas no mês de junho, que afetaram o desenvolvimento nos diferentes estádios das plantas de milho. Em Cambará e Londrina, onde não houve danos por geadas, obteve-se efeito quadrático de resposta, em virtude de condições melhores de clima para a segunda época de plantio. Analisando-se o efeito das épocas de plantio no florescimento (DAF), foram obtidos padrões lineares crescentes de respostas. Esse efeito resultou em retas mais inclinadas, em consequência do baixo acúmulo de graus-dias (G.D.) (Figura 7) em maio e junho, que provocou alongamento do ciclo da planta, mais acentuado a partir da terceira época de plantio.

Em 2008, houve registro de geadas nos dias 16 e 17 de junho, contudo, sem causar danos nas folhas de milho nos locais dos experimentos. No entanto, observou-se baixo acúmulo de graus-dias (G.D.) nos meses de maio, junho e julho, o que afetou os resultados de rendimentos de grãos e florescimento (DAF) nas épocas mais tardias (Figura 8). As precipitações em volumes mais elevados e bem distribuídos favoreceram os resultados de rendimentos de grãos em Ubiratã e Palotina, nas primeiras épocas, enquanto precipitações em volumes mais baixos e irregulares prejudicaram os resultados em Londrina e Cambará. Praticamente não houve diferenças significativas entre as épocas de plantio em Londrina e Cambará, em consequência das restrições hídricas nesses

locais nas primeiras épocas de plantio e acúmulo de graus-dias mais elevado em maio, junho e julho, que favoreceu as últimas épocas de plantio. Por outro lado, houve diferenças significativas entre épocas de plantio em Ubiratã e Palotina, devido à regularidade das precipitações durante o ciclo da planta e baixo acúmulo de graus-dias em maio e junho, que afetaram as últimas épocas de plantio. Analisando-se o efeito das épocas de plantio no florescimento (DAF), obtiveram-se padrões lineares crescentes de respostas. Esse efeito resultou em retas mais inclinadas em Londrina e Ubiratã, em consequência do baixo acúmulo de graus-dias (Figura 8) em maio e junho, que provocou alongamento do ciclo das plantas de forma mais acentuada a partir da terceira época de plantio.

Na análise geral dos dados (Figuras 4, 5, 6, 7 e 8), foram observados decréscimos significativos no rendimento de grãos à medida que se desloca a época de plantio em direção à estação de inverno. Esses decréscimos estiveram associados à menor disponibilidade de água ao longo desse período, temperaturas médias baixas resultando em menor acúmulo de graus-dias, especialmente a partir de maio, e menor luminosidade (dias longos para dias curtos), fatores esses fundamentais para o desempenho das plantas de milho, conforme Fancelli & Dourado Neto (1997). Esses decréscimos podem ser atenuados quando houver maior volume e melhor distribuição das chuvas durante o ciclo, período associado ao maior acúmulo de graus-dias no outono-

inverno, o que significa melhores condições climáticas para a planta de milho, como constatado no ano de 2005. Em anos de inverno mais rigoroso, mesmo sem a incidência de geadas, verificaram-se quedas mais acentuadas no rendimento de grãos a partir da terceira época de plantio (meados de março). Quando houve incidência de geadas com danos parciais nas folhas, como em 2004 e 2007, em Ubiratã e Palotina (região Oeste), as reduções no rendimento de grãos ocorreram em todas as épocas, porém de forma gradativa, de acordo com o estágio de desenvolvimento em que se encontravam as plantas. As restrições hídricas mais frequentes na região Norte, observadas em Londrina e Cambará, e já relatadas por Caviglione et al. (2000), foram responsáveis pelos menores rendimentos de grãos nesses locais, em comparação com Ubiratã e Palotina (região Oeste). Por outro lado, essa região está mais exposta aos riscos de geadas, como observado em 2004, 2007 e 2008, corroborando o que relataram Caviglione et al. (2000). Inversamente proporcional ao rendimento de grãos, o número de dias necessário para o florescimento aumenta à medida que se desloca a época de plantio em direção à estação de inverno. Inicialmente, em virtude das temperaturas médias altas gerando acúmulo de graus-dias mais elevado nas primeiras épocas de plantio, há uma aceleração no ciclo das plantas, como observado nas Figuras 4, 5, 6, 7 e 8. Com a redução significativa do acúmulo de graus-dias em maio e junho (Figuras 1, 2 e 3),

o prolongamento do ciclo da planta aumenta a partir da segunda época de plantio e tanto mais se amplia quanto mais rigoroso seja o inverno. Segundo Berger (1962), temperaturas médias diárias superiores a 26 °C podem promover a aceleração dessas fases, bem como inferiores a 15,5 °C podem retardá-las.

Conclusões

Quanto mais cedo se efetuar o plantio, melhores serão as condições de clima para obtenção do máximo rendimento de grãos. À medida que se atrasa o plantio, ocorrem, reduções gradativas no potencial de rendimento.

Em plantios mais cedo, ocorre aceleração no ciclo das plantas, em virtude do maior acúmulo inicial de graus-dias. À medida que se atrasa o plantio, verifica-se maior ciclo da planta, devido ao menor acúmulo de calor, especialmente durante o mês de maio.

Agradecimentos

Aos Engenheiros Agrônomos Enoir Pellizzaro, da Cooperativa Agroindustrial (C.Vale) e José Carlos Braciforte, da Cooperativa Agroindustrial União (COAGRU) o apoio técnico e logístico e aos funcionários Inês Fumiko Ubukata Yada (planejamento e análise estatística), Antônio Alves Ferreira e Nelson da Silva Fonseca Júnior (análise estatística dos dados experimentais) e Mauro Souza Santos (auxílio na coleta de dados).

Literatura Citada

BERGER, J. **Maize production and the manuring of maizes**. Center d' Estudo de I' Azote, 1962. p. 38-41.

BRUNINI, O. Probabilidade de cultivo do milho safrinha no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 4., 1997, Assis. **Anais...** Campinas: IAC/CDV, 1997. p. 37-55.

CARDOSO, C. O. **Análise de riscos climáticos e estratégias de irrigação para milho safrinha no Paraná através de modelos de simulação**. 2001. 114 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. de. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. 1 CD ROM.

DUARTE, A. P.; ALLIPRANDINI, L. F.; SAWAZAKI, E.; KANTHACK, R. A. D.; YUKI, V. A.; FANTIM, G. M.; DUDIENAS, C.; ITO, M. F. Avaliação de cultivares e densidade populacional em milho safrinha no Vale do Paranapanema. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 2., 1993, Assis. **Resumos...** Campinas: IAC/CDV, 1993. p. 49-58.

FANCELLI, A. L. Fisiologia das plantas de milho em condições de safrinha. In:

SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6.; CONFERÊNCIA NACIONAL DE PÓS-COLHEITA, 2.; SIMPÓSIO EM ARMAZENAGEM QUALITATIVA DE GRÃOS DO MERCOSUL, 2., 2001, Londrina. **A Cultura do Milho Safrinha**: valorização da produção e conservação de grãos no Mercosul. Londrina: IAPAR, 2001. p. 11-31.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Milho: ecofisiologia e rendimento. In: FANCELLI, A. C.; DOURADO NETO, D. (Coord.). **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba: Publique, 1997. p. 157-70.

GERAGE, A. C.; ARAÚJO, P. M.; SHIOGA, P. S. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6.; CONFERÊNCIA NACIONAL DE PÓS-COLHEITA, 2.; SIMPÓSIO EM ARMAZENAGEM QUALITATIVA DE GRÃOS DO MERCOSUL, 2., 2001, Londrina. **A Cultura do Milho Safrinha**: valorização da

produção e conservação de grãos no Mercosul. Londrina: IAPAR, 2001. p. 32-44.

GOMES, J. Parâmetros ambientais e época de semeadura. In: GOMES, J.; GERAGE, A. C. (Coord.). **A cultura do milho no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1991. p. 51-62. (IAPAR. Circular, 68).

OLIVEIRA, E. L. de (Coord.). **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2003. 30p. (IAPAR. Circular Técnica, 128).

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**: version 6.12. 4 ed. Cary, 1989. 943 p.

TOMMASELLI, J. T. G.; VILLA NOVA, N. A. Épocas de plantio de milho em função das deficiência hídricas no solo em Cambará-PR. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 4, p. 505-514, 1995.