

Efeito do tempo de proteção de espigas de milho (*zea mays* L.) com envelopes de polietileno na receptividade do estilo-estigma ao pólen.

Damião Inácio Clemente⁽¹⁾; Taline Nunes Campos das Neves⁽²⁾ Rogerio Silva Ferreira⁽³⁾; Naira Fernanda Teixeira Andrade⁽⁴⁾; Edvaldo Luiz Bizinoto⁽⁵⁾; Élcio de Oliveira Alves⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Mestrando em Produção vegetal, bolsista CNPq; UFG – Universidade Federal de Goiás; Jataí, Goiás. email: Inacio2159@hotmail.com; ⁽²⁾ Bióloga; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽³⁾ Eng. Agrônomo; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁴⁾ Graduanda em agronomia; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁵⁾ Eng. Agrônomo; ILES/ULBRA – Instituto Luterano de Ensino Superior; ⁽⁶⁾ Mestrado em fitopatologia; UFU – Universidade Federal de Uberlândia.

RESUMO: O processo de polinização manual em milho é relativamente simples, porém oneroso, pois depende de proteção dos órgãos reprodutivos da planta. Para proteção das espigas é necessário a utilização de envelopes de polietileno o que, consequentemente contribui para alteração da transpiração e aumento da temperatura do órgão no interior do envelope. Isto contribui para a redução do número de sementes produzidas e comprometimento da eficiência do processo. Com isto a ocorrência da redução da produtividade de sementes em polinização manual pode estar associada ao tempo de proteção do estilo-estigma. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da proteção da espiga de milho com o uso de envelopes de polietileno na receptividade do estilo-estigma ao grão de pólen, em polinizações manuais de linhagens. O experimento foi conduzido na cidade de Itumbiara, Goiás no ano de 2014/15. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5 sendo: duas linhagens e cinco fases de polinização: GDA 0 - Polinização aberta; GDA 10 - Polinização manual no início do florescimento; GDA 100; GDA 200 e GDA 300 - polinizações com o acúmulo de graus dia após o florescimento. A linhagem 01 apresentou-se mais produtiva e menos tolerante a proteção do estilo-estigma. Em contrapartida seus estilos-estigma permaneceram receptivos por mais tempo. A linhagem 02 não tolera proteções por tempo prolongado, tendo desempenho produtivo satisfatório apenas em polinização aberta e polinização realizada precocemente, GDA 10.

Palavras-chave: Polinização manual, florescimento, unidade de graus dia.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de cultivares de milho adaptados a diferentes ambientes e com alta estabilidade produtiva vem sendo um desafio para as instituições de pesquisa e produção de sementes. A seleção de plantas de alto potencial produtivo depende de uma série de fatores relacionados a técnicas clássicas de melhoramento, como: desenvolvimento de linhagens endogâmicas, testes de capacidade combinatória, hibridação e exploração da heterose (Pierre et al., 2011).

Várias tentativas têm sido sugeridas para tornar mais eficiente a obtenção de linhagens de milho. Isto porque nas etapas de desenvolvimento de linhagens a polinização manual se faz necessária. Esta prática é relativamente simples, porém onerosa e de custo elevado. Além de produzir quantidades de sementes, significativamente menor quando comparado à polinização aberta.

Para obter produtividade satisfatória a polinização manual torna-se dependente de diversos fatores, como: boa quantidade e viabilidade do pólen, bom sincronismo, receptividade do estilo-estigma, qualidade nutricional das plantas, condição climática favorável, entre outros.

Na polinização manual é necessário que se faça a proteção dos estilos-estigma. Geralmente esta proteção é realizada com envelopes de polietileno, por estes serem mais resistentes a umidade, além de permitirem melhor expansão da espiga durante o crescimento, permitir a visualização dos estilos-estigma durante o florescimento e por apresentarem menor custo.

Em contrapartida, a proteção dos estilos-estigma pode comprometer a eficiência da polinização, provocando uma drástica redução na produção de sementes. Esta proteção pode desencadear dano irreversível no órgão reprodutivo feminino das plantas, em detrimento da impermeabilidade dos envelopes.

Consequentemente, esta impermeabilidade promove elevação da temperatura no interior do envelope, levando a desidratação e degradação dos componentes nutricionais do estilo-estigma (Pereira & Guimarães, 2013). Com isto a ocorrência de redução da produtividade de sementes de milho em polinização manual pode estar associada à degeneração do estilo-estigma.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tempo de proteção das espigas de milho com envelope de polietileno, na eficiência de polinizações manuais de linhagens.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Itumbiara/Goiás, localizado a uma altitude aproximada de 440 m. O município apresenta clima quente e úmido e a precipitação varia de 1.400 mm a 1.800 mm com chuvas regulares nos meses de Outubro a Março e uma estação seca de Abril a Setembro (Soares & Costa, 1994).

Delineamento experimental e tratamentos

Foram avaliadas duas linhagens de milho contrastantes para tolerância a altas temperaturas: linhagem 01 (sensível) e linhagem 02 (tolerante). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, (DBC), em um esquema fatorial 2x5 (2 linhagens e 5 fases de polinização), com quatro repetições.

Foram polinizadas manualmente todas as plantas da parcela que se encontravam florescidas, segundo os tratamentos:

T1 – Polinização natural (aberta) - (GDA 0)

T2 – Polinização manual no início do florescimento - (GDA 10).

T3 – Polinização com o acúmulo de 100 graus dia após o florescimento - (GDA 100).

T4 – Polinização com o acúmulo de 200 graus dia após o florescimento - (GDA 200).

T5 – Polinização com o acúmulo de 300 graus dia após o florescimento - (GDA 300).

O cálculo dos GDA's foram realizados com base na soma térmica. A partir da temperatura média do ar, subtraída pela temperatura base, registradas em Fahrenheit (°F) (Gadioli et al., 2000).

Amostragem experimental

A parcela experimental foi constituída de quatro linhas de plantio com 5 m de comprimento. Utilizou-se uma densidade de plantio de seis sementes por metro linear e espaçamento de 0,75 m entre linhas.

Foram plantadas três linhas dos genitores masculinos, próximo ao experimento, em três diferentes datas de plantio, com base em acúmulos de graus dia (GDA), sendo: GDA 100, 200 e 300. Esta prática garantiu pólen viável em todo o período de polinização.

Os pendões foram protegidos com sacos de papel de 180 x 420 mm de medida, quando atingiram 50% de suas anteras abertas. A proteção dos estilos-estigma da espiga foi realizada com sacos de polietileno com 80 x 180 mm de medida, assim que as espigas se tornaram expostas às plantas.

Cada fase de polinização teve duração de aproximadamente quatro dias, perfazendo um período de 12 dias de polinização. Durante este período as temperaturas diárias registraram médias de 21°C pela manhã e 35°C à tarde, com máxima de 42°C. A temperatura no interior dos envelopes foi monitorada diariamente, utilizando termômetro digital. A temperatura média foi de 44°C. A temperatura máxima registrada foi de 52°C, obtida no período da tarde.

Os tratamentos foram avaliados através dos seguintes parâmetros:

PTS – Produtividade total de sementes (Kg ha^{-1})

PSS – Produtividade de sacas de 60.000 sementes (sacas ha^{-1})

NSE – Número médio de sementes por espiga

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F. A correlação entre os parâmetros de produção de sementes e o tempo de proteção dos estilos-estigma foi testado por análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que houvesse boa dispersão de pólen e sua máxima viabilidade fosse explorada, as polinizações foram realizadas pela manhã, entre as 9:00 e 12:00 horas. Este procedimento garantiu pólen viável em toda a fase de polinização, deste modo às variações de rendimento ocorridas entre os períodos de polinização foram proporcionadas pela capacidade dos estilos-estigma em resistir ao aumento do tempo de proteção com os envelopes de polietileno.

Altas temperaturas no interior dos envelopes, registradas durante o período de proteção, levaram a visíveis processos de dano ao estilo-estigma, que se intensificaram com o prolongamento do tempo de

proteção (**Figura 1**).

De acordo com Martin, et al. (2007), em condições climáticas favoráveis o estilo-estigma pode permanecer receptivo por até 8 dias após o florescimento. Condições de estresse hídrico e térmico, alta densidade populacional e deficiências nutricionais podem comprometer a receptividade do estilo-estigma (Bergonci et al., 2001).



Figura 1: Processo de deterioração dos estilos-estigma nos tempos de proteção com envelopes de polietileno GDA 10 (a), GDA 100 (b), GDA 200 (c) e GDA 300 (d).

De acordo com os resultados obtidos na análise de variância (ANOVA) (**Tabela 1**), verificou-se que há uma relação funcional entre os diferentes tempos de proteção e as duas linhagens estudadas, para PTS, PSS e NSE.

Tabela 1: Resumo da análise de variância (ANAVA) na regressão quadrática para produtividade média de sementes em Kg ha⁻¹ (PTS), produtividade de sacas de 60.000 sementes ha⁻¹ (PSS), e número médio de sementes espiga⁻¹ (NSE).

F. Variação	GL	Quadrado Médio		
		PTS	PSS	NSE
Linhagem 01	1	0,24**	4,72**	4,39**
Linhagem 02	1	0,25**	0,67**	0,35*
Tratamentos	9	4.61**	4.52**	4.52**
Blocos	3	0.03ns	0.03ns	0.03ns
Resíduos	30	0.038	0.037	0.037
CV (%)		7,42	7,85	7,74

NS = Não significativo pelo teste de (F). * significativo a 5% de probabilidade. ** significativo a 1% de probabilidade.

Em linhas gerais as linhagens testadas apresentaram produtividade satisfatória para polinização aberta (GDA 0) e polinização no florescimento (GDA 10) (**Figura 2a**). Normalmente polinizações manuais tendem a reduzir a quantidade de sementes produzidas, pois no momento da realização da polinização todos os estilos-estigma devem estar expostos e receptíveis, bem como é necessário que haja grãos de pólen viáveis.

A maior produtividade de sementes foi obtida pela linhagem 01 sob polinização aberta (GDU 0), 312 sacas ha⁻¹. A polinização realizada no início do florescimento (GDU 10), promoveu redução na produtividade de sementes da mesma linhagem, 180 sacas ha⁻¹. Em contrapartida esta linhagem manteve produtividade estável, produzindo 172 sacas ha⁻¹ quando polinizada com o acúmulo de 100 unidades de graus dia, (GDU 100) (**Figura 2a**).

A Linhagem 02 produziu 270 sacas ha⁻¹, em polinização aberta e 230 sacas ha⁻¹ quando polinizadas no GDU 10 e apresentou uma drástica redução na produtividade quando polinizada no GDU 100, produzindo 28 sacas ha⁻¹. A diferença de comportamento entre as linhagens 01 e 02 frente ao tempo de proteção demonstra que a eficiência da polinização manual torna-se dependente dos níveis individuais de tolerância, bem como da estabilidade de cada genótipo.

De acordo com Vilhegas et al. (2001), a estabilidade não está associada à produtividade, onde a cultivar mais produtiva nem sempre é a de maior estabilidade. Esta premissa pode ser observada neste estudo. Porém o desempenho produtivo das linhagens demonstra estar ligado a comportamentos fisiológicos específicos entre elas. Ainda assim, para ambas as linhagens a maior eficiência na polinização manual foi obtida quando polinizadas durante o GDU 0 (**Figura 2**).

Deste modo é possível que a linhagem 02 tenha emissão de estilos-estigma de forma mais homogênea durante o florescimento, enquanto a linhagem 01 floresce mais lentamente levando aproximadamente quatro dias para emissão de todos seus estilos-estigma. De acordo com Magalhães et al. (1994), o estilo-estigma da espiga crescem cerca de 2,5 a 4,0 cm por dia e continuam a se alongar até serem fertilizados, assim uma espiga leva de dois a três dias para que todos os estilos-estigma sejam polinizados.

Este critério se torna impróprio quando se trata de polinizações manuais, pois deve ser levado em conta o estresse promovido pelo tempo de proteção das espigas florescidas. Neste sentido se torna viável a polinização precoce, com o objetivo de prevenir a inviabilidade dos estilos-estigma, em

função do estresse promovido pelo tempo de proteção.

O comportamento de ambas as linhagens demonstrou-se similares para os dois parâmetros estudados, PSS e NSE (**Figura 2**). Deste modo torna-se evidente a forte relação entre o número de sementes produzidas por espigas polinizadas e o sucesso do trabalho de polinização manual. Com base nestes resultados pode-se observar a sensibilidade dos estilos-estigma ao tempo prolongado de proteção, deixando claro que para obter bons rendimentos de sementes é necessário que a polinização ocorra precocemente, ou seja, em períodos próximos do florescimento.

Conforme demonstrado na **Figura 2b**, o número de sementes por espiga decresceu de forma expressiva para linhagem 01 no GDU 200 e Linhagem 02 no GDU 100, reduzindo de 187,4 para 40 sem.esp⁻¹ e 250,8 para 30,1 sem.esp⁻¹, respectivamente. Esta redução está efetivamente ligada ao tempo de proteção, somado as altas temperaturas, registradas no interior dos envelopes. Segundo Naveed et al. (2014) estresse por alta temperatura perturba o crescimento da planta e afeta a polinização, isto devido à dessecação do estilo-estigma e o abortamento de grãos de pólen no milho.

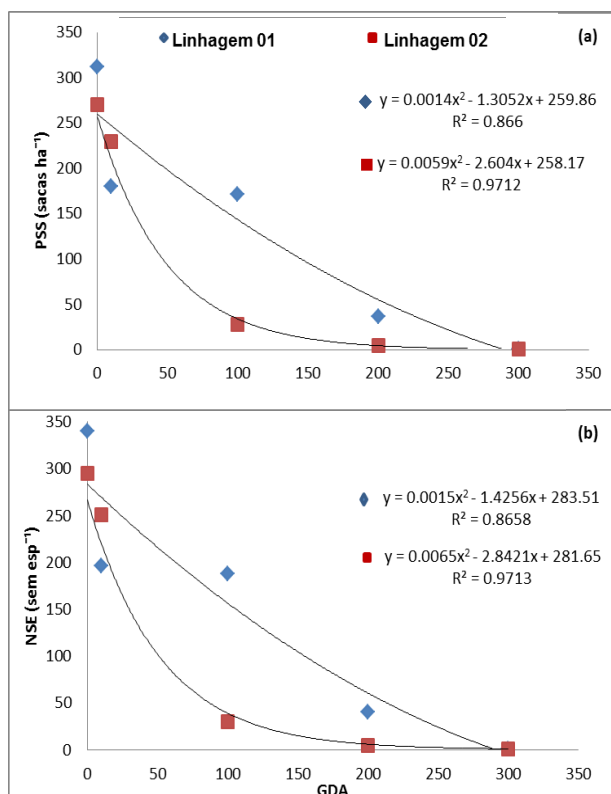


Figura 2. Análise de regressão para PTS - Produtividade total de sementes (Kg ha⁻¹) (a), PSS - Produtividade em sacas de 60.000 sementes (sem ha⁻¹) (b) e NSE - Número de

sementes por espiga (sem esp⁻¹) (c), para polinização aberta GDA 0, polinização no período inicial do florescimento GDA 10, polinizações após o florescimento com o acúmulo de 100, 200 e 300 graus dia, (GDA 100, GDA 200 e GDA 300).

CONCLUSÕES

Os estilos-estigma de milho apresentam baixa capacidade de tolerar longos períodos protegidos por envelopes de polietileno.

A proteção dos estilos-estigma por um período superior a 200 GDA's torna-se inviável para produção de sementes por meio de polinizações manuais.

A maior eficiência nas polinizações manuais de plantas de milho se obtém quando as polinizações são realizadas precocemente durante o florescimento.

A tolerância à proteção, bem como a receptividade dos estilos-estigma variam entre genótipos.

REFERÊNCIAS

BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A. O.; FRANÇA, S.; RADIN, B. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF. v.36, n.7, p.949-56, jul.2001.

GADIOLI, J. L., DOURADO NETO, D., GARCÍA, A. G., BASANTA, M. V. Temperatura do Ar, Rendimento de Grãos de Milho e Caracterização Fenológica Associada à Soma Calórica. **Scientia Agrícola**, v.57, n.3, p.377-383, jul./set. 2000.

MAGALHÃES, P. C.; RESENDE, M.; OLIVEIRA, A. C.; DURÃES, F. O. M.; SANS, L. M. A. **Caracterização morfológica de milho de diferentes ciclos**. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Goiânia, ABMS, 1994. p. 190. 1994.

MARTIN, T. N.; TOMAZELLA, A. L.; CICERO, S. M.; DOURADO NETO, D.; FAVARIN J. L.; VIEIRA JUNIOR, P. A. Questões Relevantes na Produção de Sementes de Milho - Primeira Parte. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 119-138. 2007.

NAVEED, S., ASLAM, M., MAQBOOL, M. A., BANO, S., ZAMAN, Q. U., & AHMAD, R. M. Physiology of high temperature stress tolerance at reproductive stages in maize. **Journal of Animal and Plant Science**, 24(4), 1141-1145, 2014 .

PEREIRA, I. A. S.; GUIMARÃES, L. J. M. **Caracterização de Linhagens e Híbridos de Milho Quanto à Eficiência de Uso de Nitrogênio**. EMBRAPA Milho e Sorgo. Disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/Caracterizacao-linhagens>. Acessado em 15 de agosto de 2013.



PIERRE, P. M. O.; DAVIDE, L. M. C.; COUTO, E. G. O.; SILVA, T. N.; RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. Duplo-Haploides: Estratégias para Obtenção e Importância no Melhoramento Genético do Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.1, p.1-16, 2011.

SOARES, M. C.; COSTA, J. Dados históricos e geográficos do município de Itumbiara- GO. **Secretaria Municipal de Educação**, Itumbiara-GO, 1994. 27p.

VILHEGAS, A. C.; VIDIGAL FILHO, P. S.; SCAPIM, C. A.; VIDIGAL, M. C. G.; BRANCCINI, A. L.; SAGRILO, E. Efeito de Épocas de Semeadura e Estabilidade de Híbridos de Milho em Plantios de Safrinha no Noroeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, 60(1), 45-51, 2001.