

REDUÇÃO DE ÁREA FOLIAR EM MILHO EM REGIÃO TROPICAL NO BRASIL E OS EFEITOS EM CARACTERES AGRONÔMICOS

Césio Humberto de Brito, Daniel Lima Silveira, Afonso Maria Brandão, Luiz Savelli Gomes e Maria Teresa Gomes Lopes

RESUMO

Com as mudanças climáticas globais existem perspectivas de redução de área foliar de cultivos agrícolas por fatores como o aumento de pragas e doenças. O objetivo do trabalho foi estimar o impacto da redução da área foliar em caracteres agronômicos de milho. Foi conduzido experimento, em região tropical brasileira, simulando artificialmente redução de área foliar. Avaliou-se o desempenho agronômico em diferentes por-

centagens de perdas foliares. Verificou-se que reduções maiores que 41,01% da área foliar comprometem significativamente o rendimento, massa de 1000 grãos, densidade de espiga e qualidade de colmos e de raízes. Os programas de melhoramento devem estar atentos ao desenvolvimento de genótipos resistentes aos fatores que causam redução de área foliar dos cultivos tropicais.

Introdução

A previsão de vulnerabilidade do rendimento de cultivos em relação aos cenários existentes de mudança climática durante o século XXI ressalta a redução de área foliar pelo aumento de pragas e doenças em regiões tropicais (Pellegrino *et al.*, 2007). Estudos de perdas na extensão foliar das plantas podem antecipar os prejuízos para os cultivos de importância econômica (Silva, 2001; Sangoi *et al.*, 2002).

O milho (*Zea mays* L.) está entre as culturas mais semeadas no mundo, sendo o segundo grão em produção no planeta, e um dos mais utilizados na alimentação humana, principal fonte de carboidrato para populações no México e alguns países africanos. No Brasil, ocupa a segunda posição entre os grãos em área plantada, com 14,13×10⁶ha plantados na safra

2008/2009 e em produção, com ~50,29×10⁶ton produzidas (Conab, 2008).

A quantificação da área foliar em uma cultura permite inferir sobre o potencial fotossintético e o seu valor depende do número, do tamanho das folhas e do estágio de desenvolvimento das plantas. A área foliar em geral aumenta até um limite máximo, no qual permanece por algum tempo, decrescendo em seguida, devido à senescência das folhas velhas. Como a fotossíntese depende da área foliar, o rendimento da cultura será maior quanto mais rápido a planta atingir o índice de área foliar máximo e quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa (Manfron *et al.*, 2003).

As folhas inseridas nas várias posições do caule do milho contribuem diferencialmente no suprimento de metabólitos para as demais partes

da planta. Em geral, as raízes recebem produtos fotossintetizados, principalmente das folhas basais, enquanto os órgãos e tecidos, localizados na parte apical, são supridos pelas folhas superiores. Cerca de 50% dos carboidratos acumulados nos grãos de milho é proveniente das folhas localizadas no terço superior do colmo, ~30% das folhas localizadas no terço médio e o restante das folhas distribuídas na parte basal (Fornasieri Filho, 2007).

O potencial de rendimento de grãos de milho dependerá principalmente da quantidade de radiação solar incidente, da eficiência de interceptação, da conversão da radiação interceptada em fitomassa e da eficiência de partição de assimilados em estruturas de interesse econômico (Sangoi *et al.*, 2002; Forsthofer *et al.*, 2006).

A redução da atividade fisiológica das principais fontes

produtoras de carboidratos causadas pela redução da extensão foliar interfere na redistribuição de fotoassimilados dentro da planta, alterando a velocidade e intensidade da senescência foliar, e dos padrões de acúmulo de matéria seca nos grãos (Uhart e Andrade, 1995).

A quantificação da área foliar e o efeito da redução desta podem auxiliar no conhecimento da relação fonte-dreno e traduzir em resultados práticos imediatos como avaliação do rendimento de grãos, efeito no rendimento com a colheita antecipada e prejuízos com o surgimento de pragas e doenças (Silva, 2001). Desta forma há necessidade de informações sobre a redução de área foliar e o comportamento de genótipos cultivados em condições edafoclimáticas tropicais, face às mudanças climáticas.

O trabalho objetivou quantificar a área foliar em milho

PALAVRAS-CHAVE / Grãos Ardidos / Índice de Área Foliar / Perda de Área Foliar / *Zea mays* L /

Recebido: 19/03/2010. Modificado: 27/02/2011. Aceito: 02/03/2011.

Césio Humberto de Brito. Doutor em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Brasil. Professor, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil. e-mail: cesiohumberto@iciag.ufu.br

Daniel Lima Silveira. Engenheiro agrônomo, UFU, Brasil. Pesquisador, Cargil Cacau, Brasil. e-mail: daniel.ls@hotmail.com

Afonso Maria Brandão. Mestre em Fitopatologia, UFU, Brasil. Pesquisador, Syngenta Seeds, Brasil. e-mail: afonso.brandão@syngenta.com

Luiz Savelli Gomes. Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Brasil. Pesquisador, Syngenta Seeds, Brasil. e-mail: luizsavelli.gomes@syngenta.com

Maria Teresa Gomes Lopes. Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, ESALQ/USP, Brasil. Professora, Universidade Federal do Amazonas, Brasil. e-mail: mtglopes@ufam.edu.br

LEAF AREA REDUCTION IN CORN GROWN IN A TROPICAL REGION OF BRAZIL AND ITS EFFECTS ON AGRONOMIC TRAITS

Césio Humberto de Brito, Daniel Lima Silveira, Afonso Maria Brandão, Luiz Savelli Gomes and Maria Teresa Gomes Lopes

SUMMARY

Global climate change may reduce leaf area in crop plants due to factors such as increasing occurrence of pests and diseases. The aim of this work was to estimate the impact of leaf area reduction on agronomic traits in corn. An experiment simulating leaf area reduction was carried out in a tropical region of Brazil. The agronomic performance of corn plants was

evaluated at different percentages of leaf loss. It was observed that leaf area reductions over 41.01% significantly harm yield, mass of 1000 grains, cob density, and stem and root quality. Crop improvement programs should take into account the development of genotypes resistant to factors that cause leaf area reduction in tropical crops.

REDUCCIÓN DEL ÁREA FOLIAR EN MAÍZ EN UNA REGIÓN TROPICAL EN BRASIL Y SUS EFECTOS EN CARACTERES AGRONÓMICOS

Césio Humberto de Brito, Daniel Lima Silveira, Afonso Maria Brandão, Luiz Savelli Gomes y Maria Teresa Gomes Lopes

RESUMEN

Con los cambios climáticos globales, existen perspectivas de reducción del área foliar de cultivos agrícolas por factores tales como el aumento de plagas y enfermedades. El objetivo del trabajo fue estimar el impacto de la reducción de la extensión foliar en caracteres agronómicos del maíz. Se condujo un experimento en una región tropical brasilera, simulando artificialmente la reducción del área foliar. Se evaluó el desempeño agronómico de las

plantas de maíz con diferentes porcentajes de pérdidas foliares. Se comprobó que reducciones mayores del 41,01% de extensión foliar comprometen significativamente la productividad, masa de 1000 granos, densidad de espiga, y calidad de colmos y de raíces. Los programas de mejoramiento deben estar atentos al desarrollo de genotipos resistentes a los factores que causan reducción de área foliar de los cultivos tropicales.

e avaliar os efeitos de diferentes níveis de redução da extensão foliar das plantas em caracteres agronômicos.

Material e Métodos

Local de experimentação

O experimento foi realizado em Uberlândia-MG, centro-sul do Brasil, a 18°56'13"S e 46°10'27"O, durante o ano agrícola 2008/2009. A área apresenta altitude de ~920m e o clima é caracterizado como Aw, segundo a classificação de Köppen-Geiger. A precipitação anual é de ~1711mm distribuídos de forma irregular (Instituto Brasileiro de Meteorologia). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa, sendo a topografia do terreno plana a levemente ondulada (Embrapa, 1999).

Condução do experimento

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos e cinco repetições. A parcela

experimental foi constituída de seis linhas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,60m entre linhas e 0,20m entre plantas. Foram consideradas as quatro linhas centrais para as avaliações, perfazendo uma área útil de parcela de 12,48m².

A semeadura do híbrido simples da Syngenta Seeds®, NB 7253, foi realizada em 05/11/2008. Realizou-se adubação de plantio com 500kg·ha⁻¹ da formulação NPK 8-30-10. Durante a condução do ensaio foram realizados tratamentos culturais visando boa nutrição das plantas e defesa fitossanitária para produção da área foliar e manutenção desta com objetivando atingir alto rendimento.

Em pré-emergência, foi realizada a aplicação de 4,0l·ha⁻¹ de Primestra (atrazina 370g·l⁻¹ + S-metolachlor 290g·l⁻¹) para o controle das plantas infestantes, e 0,6l·ha⁻¹ de Lorsban (clorpirifós 100g·kg⁻¹) para o controle de pragas iniciais.

Com a cultura em estádio V₅ foi realizada a adubação

de cobertura com 450kg·ha⁻¹ do formulado NPK 36-00-12. Para o controle de plantas infestantes também foi realizado em pós-inicial uma aplicação de 3,0l·ha⁻¹ de Primóleo (atrazina 400g·l⁻¹ + óleo) e 0,75l·ha⁻¹ de Sanson (nicossulfuron 40g·l⁻¹). Para o controle de pragas desfolhadoras foram realizadas aplicações de 100ml·ha⁻¹ de Tracer (espinosade 480g·l⁻¹) e 300ml·ha⁻¹ de Match (lifenuron 50g·l⁻¹).

Os tratamentos foram: testemunha sem desfolha (TE), remoção de duas folhas apicais (2F), remoção de quatro folhas apicais (4F), remoção de todas as folhas acima da espiga (FAC), remoção de quatro folhas intermediárias, sendo duas folhas acima da espiga, a folha da espiga e uma folha abaixo da espiga (FI), remoção de todas as folhas abaixo da espiga (FAB) e remoção de todas as folhas da planta (SF). Os tratamentos foram aplicados logo após a polinização das espigas quando as plantas se encontravam no estádio R₂. As folhas fo-

ram arrancadas manualmente tomando-se o cuidado para manter as bainhas intactas. Após aplicação dos tratamentos de desfolha foram realizadas três aplicações de fungicidas visando preservar a área foliar restante, sendo uma aplicação de 0,3l·ha⁻¹ de Prioti Xtra (azoxistrobina 200g·l⁻¹ + ciproconazol 80g·l⁻¹) seis dias após a desfolha, uma aplicação de 0,75l·ha⁻¹ de Opera (epoxiconazol 50g·l⁻¹ + piraclostrobina 133g·l⁻¹) 23 dias após a desfolha, e outra de 0,3l·ha⁻¹ de Piora Xtra 38 dias após a desfolha. Também foi realizada uma aplicação de 0,6l·ha⁻¹ de Engeo (cipermetrina 220g·l⁻¹ + tiametoxan 110g·l⁻¹) junto à primeira aplicação de fungicida para o controle de pragas do estádio reprodutivo.

Quantificação de área foliar

Para mensuração da área foliar total do híbrido, foram retiradas cuidadosamente todas as folhas de duas plantas de cada repetição do tratamento

SF perfazendo um total de 10 plantas. As folhas foram numeradas, ensacadas, devidamente identificadas e armazenadas. A metodologia foi adaptada de Francis *et al.* (1969). As folhas foram recortadas em segmentos de tamanho máximo de 28cm, prensadas para evitar o enrugamento e *scaneadas*

utilizando-se HP Photosmart C3180. Posteriormente, as imagens foram lançadas no programa QUANT V.1.0.1 (Vale *et al.*, 2001) para a estimativa da área da folha em cm². A medida da área foliar por planta foi o somatório da área de todas as folhas da planta. A área foliar média para o híbrido triplo foi obtida a partir da média das 10 plantas.

O índice de área foliar (IAF), relação da área foliar total por unidade de área explorada pela cultura, foi obtido pela equação

$$IAF = \frac{\text{área foliar média (m}^2) \times \text{stand (plantas/ha)}}{10000\text{m}^2}$$

Para os tratamentos com desfolha parcial, a área foliar utilizada para o cálculo foi obtida descontando-se da área foliar total do híbrido a respectiva área removida no tratamento. O estande foi o determinado para cada tratamento específico procedendo-se a contagem das plantas no momento da colheita.

Avaliações

Quanto ao efeito da perda foliar sobre caracteres agrônômicos, foram avaliadas densidade do colmo, resistência das raízes ao arranquio, número de fileiras de grãos das espigas, número de grãos por espiga, densidades de espiga, densidade de sabugo, rendimento, massa de 1000 grãos e porcentagem de grãos ardidos.

A colheita foi realizada manualmente, em 03/05/2009, quando os grãos apresentavam umidade ~21%.

TABELA I
ÁREA FOLIAR REMOVIDA DE CADA TRATAMENTO, ÁREA FOLIAR DO TRATAMENTO E ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF)

Tratamentos	Área foliar removida (cm ²)	Área foliar total (cm ²)	IAF
Testemunha sem desfolha (TE)	0	7179,56	5,53
Remoção de duas folhas superiores (2F)	452,83	6726,73	5,11
Remoção de quatro folhas superiores (4F)	1390,80	5788,76	4,46
Remoção das folhas acima da espiga (FAC)	2962,80	4216,76	3,25
Remoção das folhas intermediárias (FI)	2944,22	4235,34	3,26
Remoção das folhas abaixo da espiga (FAB)	3470,31	3709,25	2,85
Remoção de todas as folhas (SF)	7179,56	0	0

Logo após a colheita as espigas foram despalhadas, ensacadas, devidamente identificadas e encaminhadas ao secador. Para avaliações da qualidade de espiga e de grãos foram coletadas amostras de 20 espigas recolhidas nas duas linhas centrais da parcela.

Para avaliação da densidade do colmo, após a colheita das espigas, as plantas das duas linhas centrais da parcela foram cortadas entre o 2º e o 3º nó basal, de cada colmo.

Foi retirada uma parte que correspondia a outro nós basais e imediatamente foi mensurada quanto ao peso (g), diâmetro maior e menor (cm) e comprimento (cm). Posteriormente, considerando o colmo do milho como uma elipse, determinou-se a área por integral e o volume e a densidade, conforme com

$$\text{Área} = ab\pi$$

$$\text{Volume} = \text{área (dm}^2) \times \text{comprimento (dm)}$$

$$\text{Densidade} = \frac{\text{massa (g)}}{\text{volume (dm}^3)} = \text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$$

onde a: raio maior, e b: raio menor.

Para avaliação da resistência das raízes ao arranquio foi utilizada a parte do colmo remanescente próxima do solo (dois primeiros nós). Para esta avaliação foi empregado um aparelho denominado arrancômetro (A-LSGAMB) desenvolvido pela Syngenta Seeds®, que consiste de uma garra que é acoplada abaixo do pri-

meiro nó, na base do colmo, tracionada por meio de um cabo contendo uma célula de força, que mede, durante a retirada da planta, a força (kgf) necessária para efetuar o arranquio das plantas.

O número de fileiras de grãos das espigas e o número de grãos por fileira foram avaliados na amostra de 20 espigas que foram colhidas e separadas e posteriormente foi obtido o número de grãos por espiga.

A densidade de espigas (g·dm⁻³) foi obtida também da amostra de 20 espigas separadas. Foram medidos seu comprimento com régua graduada em cm, medindo-se a distância entre a base e a ponta da espiga, seu diâmetro (com auxílio de um paquímetro) e pesadas (em balança com precisão de quatro casas). Os sabugos obtidos após a debulha mecânica das 20 espigas foram igualmente mensurados em seus diâmetros, pesos e comprimentos. Os diâmetros das espigas e dos sabugos foram considerados como circulares com área de $\pi d^2/4$.

O rendimento de grãos foi avaliado após a debulha mecânica das espigas das plantas da parcela útil com grãos com 13% de umidade. Utilizou-se uma balança de precisão de quatro casas e os valores foram transformados em kg·ha⁻¹.

Para avaliar a qualidade dos grãos foi determinada a massa de 1000 grãos e o percentual de grãos ardidos presentes após a debulha das 20 espigas. Para o cálculo do peso de 1000 grãos foi retirada uma amostra de 250g por parcela, e determinado por

um contador de sementes o número de grãos presentes nesta nova amostra. Para o cálculo do percentual de grãos ardidos foi utilizada esta mesma amostra de 250 gramas, separando-se manualmente os grãos ardidos e determinando-se a massa destes separadamente, calculando assim o

percentual desta massa de grãos frente à massa de 250g da amostra.

Análise estatística

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas no programa estatístico SAS versão 8.1.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na quantificação da área foliar indicaram uma área total média de 7179,56cm² por planta para o híbrido NB 7253 (Tabela I). O potencial produtivo de um híbrido está diretamente relacionado com sua área foliar (Almeida *et al.*, 2000) e depende de fatores além da genética, como: época de semeadura, densidade de plantio, nutrição, e sanidade da lavoura. Vieira Júnior *et al.* (2006) estudaram genótipos de milho, incluindo variedades, híbridos simples, duplos, triplos e linhagens, e encontraram medidas de áreas foliares variando entre 1128,56 a 9521,07cm², sendo a área foliar média de 7537,33cm².

O índice de área foliar para a cultura foi de 5,53; também concordando com valores encontrados por outros autores. Manfron *et al.* (2003) encontrou um valor de índice de área foliar de 4,16; próximo ao encontrado na testemunha do presente trabalho. Kunz *et al.* (2007) relatam IAFs de 5,3 para espaçamentos de 0,80m a 4,9 para espaçamentos de

TABELA II
 DESDOBRAMENTO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DIFERENTES PARÂMETROS, DE TRATAMENTOS
 COM DIFERENTES PORCENTAGENS DE REDUÇÃO DE ÁREA FOLIAR

Tratamento*	Densidade colmo (g·dm ⁻³)	Força para arranquio (kgf)	Número de fileiras das espigas	Número de grãos por espiga	Densidade das espigas (g·dm ⁻³)	Densidade dos sabugos (g·dm ⁻³)	Rendimento (kg·há ⁻¹)	Massa de 1000 grãos (g)	Grãos ardidos (%)
TE	714,0a	70,57a	16,50a	438,71a	746,0A	304,0a	11.186a	331,77 a	6,60 a
2F	678,0ab	68,22ab	16,36a	426,00a	728,0ab	305,0a	10.947ab	329,13 ab	3,80 a
4F	666,0ab	62,75abc	16,60a	435,14a	719,0ab	286,0ab	10.451abc	326,23 ab	4,60 a
FAC	654,0ab	59,96abc	16,55a	441,87a	708,0B	254,0c	9.346c	306,50 c	4,00 a
FI	634,0b	57,88bc	16,71a	440,10a	701,0B	273,0bc	9.794bc	319,21abc	6,40 a
FAB	608,0b	54,29c	16,60a	428,28a	700,0B	277,0b	9.865bc	315,79 bc	4,00 a
SF	118,0c	14,25d	16,91a	445,10a	326,0C	160,0d	1.680d	103,05 d	76,40 b
CV%	6,29	10,32	2,65	6,05	2,70	4,22	6,31	2,69	14,5

Médias seguidas de letras distintas, na coluna e dentro do tratamento, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

* TE: testemunha sem desfolha, 2F: remoção de duas folhas apicais, 4F: remoção de quatro folhas apicais, FAC: remoção de todas as folhas acima da espiga, FI: remoção de quatro folhas intermediárias, FAB: remoção de todas as folhas abaixo da espiga, e SF: remoção de todas as folhas da planta.

0,40m em áreas irrigadas no Rio Grande do Sul. O valor do IAF depende da fertilidade do solo, das condições climáticas, do espaçamento e, principalmente, do genótipo.

O número médio de folhas totais do híbrido foi de 13,4, sendo a folha da espiga em média 7ª ou 8ª a partir da folha apical. Assim, as folhas abaixo da espiga representaram em média 7,07% a mais de área foliar que as folhas acima. As quatro folhas centrais, mais próximas da espiga, representaram quase metade da área foliar (41,01%), sendo as maiores folhas presentes na planta.

Para a densidade do colmo foi observada diferença estatística entre os tratamentos com desfolha SF, FAB e FI e a testemunha. A testemunha apresentou colmos com 714g·dm⁻³, enquanto o tratamento com 100% de desfolha o valor foi de 118g·dm⁻³, com decréscimo de ~83% (Tabela I). A análise do tratamento 100% de desfolha mostrou que o colmo, provavelmente, atuou como órgão equilibrador da limitação de fonte, promovendo a remobilização dos carboidratos de reserva armazenados para o enchimento de grãos.

As remoções das folhas intermediárias (FI), das folhas acima da espiga (FAC), de quatro folhas superiores (4F) e de duas folhas superiores (2F) não diferiram significativamente quanto à resistência das raízes ao arranquio. As

remoções das folhas abaixo da espiga (FAB), das folhas intermediárias (FI) e de todas as folhas do colmo (SF) apresentaram redução de 18, 20 e 80%, respectivamente, na força necessária para o arranquio das raízes comparado à testemunha. Não é possível afirmar para SF se a perda da resistência das raízes na fase reprodutiva ocorreu pela redução da translocação de fotoassimilados das raízes para a parte aérea, devido ao estresse causado pela desfolha total, ou simplesmente porque as raízes deixaram de ser continuamente alimentadas pela diminuição na produção de metabólitos. Estudos mostram que o crescimento do sistema radicular está relacionado com o desenvolvimento da parte aérea; assim, a redução na produção de carboidratos nas folhas, a indisponibilidade e/ou a dificuldade na translocação destes carboidratos da parte aérea para as raízes, resultam na redução de raízes, sobretudo no estágio fenológico 1 (Fancelli e Dourado Neto, 2001).

Foi observado na prática que, em desfolha total, a maior demanda exercida para enchimento de grãos levou os tecidos da raiz e da base do colmo a senescerem precocemente, fragilizando essas regiões. Assim como para o colmo, a retirada de todas as folhas no estágio R₂ comprometeu totalmente a qualidade das raízes no momento da colheita.

Os resultados encontrados mostraram que desfolhas realizadas no estágio R₂ não afetaram o número de grãos por espiga e o número de fileiras por espiga (Tabela II). Para densidade das espigas, em desfolha total, a quantidade de fotoassimilados foi insuficiente para formar espigas bem granadas, com 326g·dm⁻³, valor 56% inferior à testemunha, e os tratamentos FAC, FI e FAB também diferiram estatisticamente da testemunha (Tabela II). Para densidade de sabugos foi observada diferença estatística entre os tratamentos TE, 2F, 4F e FI, FAB, SF. Para os tratamentos com desfolha >41,01% ocorreu redução na densidade das espigas e dos sabugos.

Para o rendimento de grãos, com a retirada de todas as folhas no início do enchimento de grãos (R₂), obteve-se uma queda da rendimento de ~85% em relação à testemunha. Para os tratamentos nos quais retirou-se área foliar acima de 40% (FAC, FI e FAB) houve queda do rendimento em relação à testemunha. Entre estes, a retirada de 41,27% da área foliar acima da espiga (FAC) apresentou maior queda de rendimento, apesar de não diferir FAB e FI, mas sendo único tratamento com desfolha >40% que diferiu dos tratamentos com menor desfolha, 4F e 2F. As folhas acima da espiga são metabolicamente mais ativas para o enchimento de grãos por receberem luz de melhor qualidade, sendo significativamente

maior a interceptação da luz nestas folhas e o autossombreamento contribuiu para menor eficiência fotossintética das folhas abaixo da espiga (Camacho *et al.*, 1995).

Os tratamentos FAC, FI e FAB apresentaram queda no rendimento frente à testemunha, indicando que a perda severa de área foliar (>40%) ainda que no início do enchimento dos grãos, independente da região da planta em que ocorra, pode comprometer o rendimento da lavoura, devendo ser tomadas atitudes que evitem a ação de fatores causadores desta desfolha.

Para os caracteres densidade de espiga e densidade de sabugo houve redução significativa frente à testemunha somente para desfolhas >40% de área foliar. Assim, FAC, FI e FAB de plantas de milho, no estágio R₂, promoveu uma redução das densidades de espiga e sabugo, sendo que para o segundo, no tratamento FAB ocorreu maior redução. A perda de toda área foliar neste estágio comprometeu completamente a qualidade das espigas.

Para massa de 1000 grãos no tratamento remoção de toda a área foliar no estágio R₂ resultou em um peso de 103,05g/1000 grãos. Tal valor representa menos de um terço do valor obtido para as plantas não desfolhadas que foi de 331,77g/1000 grãos. Como o número de fileiras e o número de grãos por espiga não alterou com desfolha, esta redução na

massa dos grãos em função da desfolha é responsável pela queda no rendimento. Tal fato condiz com a afirmação de Fancelli e Dourado Neto (2001) de que a predominância de relações desfavoráveis de fonte/dreno, como na desfolha, leva a produção de grãos pequenos e leves.

A redução da relação fonte/dreno devido à desfolha, nos tratamentos FAC e FAB, comprometeu o enchimento dos grãos, condizendo com o relatado por Sangoi *et al.* (2002), que observaram uma redução no acúmulo de matéria seca nos grãos de dois híbridos após desfolha de 50% na antese. A retirada de 41% da área foliar acima de espiga reduziu a massa de 1000 grãos diferindo da testemunha e dos tratamentos de desfolhas menores que 20%, 2F e 4F, demonstrando a importância das folhas superiores na produção de fotoassimilados para enchimento dos grãos.

Quanto ao percentual de grãos ardidos, apenas a retirada de todas as folhas, SF, comprometeu a qualidade dos grãos levando a um percentual >76%. Nos demais tratamentos o percentual de grãos ardidos foi baixo, não diferindo da testemunha. Isto ocorreu em função de se ter trabalhado com um híbrido de boa sanidade foliar e de grãos. O mesmo prova a importância da presença da área foliar para a expressão da sanidade do grão.

Os grãos ardidos são afetados por fungos que consomem as reservas tornando os grãos pouco densos passíveis de se-

rem perdidos pelo sistema de ventilação das colhedoras. Além disso, a infecção por fungos afeta a qualidade dos grãos de milho pela produção de micotoxinas, que ocasionam danos à saúde tanto humana quanto animal, em razão da atividade tóxica que podem exercer sobre o organismo (Kumar *et al.*, 2008).

A porcentagem de grãos ardidos encontrada poderia acarretar perdas maiores no rendimento caso a colheita fosse mecanizada. A comercialização de grãos de milho com a presença de grãos ardidos acima dos valores previstos em lei no Brasil, fica comprometida, devido à qualidade destes grãos. O produto não é indicado para a utilização na produção de rações devido à grande concentração de toxinas e nem mesmo para produção de óleo.

Conclusões

A perda severa de área foliar, mais de 40%, ainda que no início do enchimento dos grãos, independente da região da planta em que ocorra, pode comprometer o rendimento da lavoura, devendo ser tomadas atitudes que evitem a ação de fatores causadores desta desfolha.

A densidade de espigas, a densidade de sabugo, o rendimento e a massa de 1000 grãos são afetados por perdas das folhas acima da espiga, as quais são relevantes para os caracteres agrônômicos qualitativa e quantitativamente.

A porcentagem de grãos ardidos é afetada quando se perde todas as folhas da planta comprometendo a qualidade de grãos para consumo.

O colmo é um importante órgão de armazenamento e liberação de fotoassimilados para o enchimento de grãos.

REFERÊNCIAS

- Almeida ML, Merotto JRA, Sangoi L, Ender M, Guidolin AF (2000) Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. *Ciência Rural* 30: 23-29.
- Camacho RG, Garrido O, Lima MG (1995) Caracterización de nueve genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz. *Sci. Agric.* 52: 294-298.
- Conab (2008) *Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos: Décimo Primeiro Levantamento, Agosto 2008*. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, Brasil. 33 pp.
- Embrapa (1999) *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Rio de Janeiro, Brasil. 412 pp.
- Fancelli AL, Dourado Neto D (2001) *Milho: Tecnologia e Produtividade*. ESALQ/LPV. Piracicaba, Brasil. 259 pp.
- Fornasieri Filho D (2007) *Manual da Cultura do Milho*. Funep. Jaboticabal, Brasil. 547 pp.
- Forsthofer EL, Silva PRF, Strieder ML, Minetto T, Rambo L, Argenta G, Sangoi L, Suhre E, Silva AA (2006) Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. *Pesq. Agropec. Brás.* 41: 399-407.
- Francis CA, Rutger JN, Palmer AFE (1969) A rapid method

for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 9: 537-539.

- Kumar V, Basu MS, Rajendran TP (2008) Mycotoxin research and mycoflora in some commercially important agricultural commodities. *Crop Protect.* 27: 891-905.
- Kunz JH, Bergonci JI, Bergamashi H, Dalmago GA, Heckle BMM, Cormiran F (2007) Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. *Pesq. Agropec. Brás.* 42: 1511-1520.
- Manfron PA, Dourado Neto D, Pereira AR, Bonnacarrère RAG, Medeiros SLP, Pilau FG (2003) Modelo do índice de área foliar da cultura do milho. *Rev. Brás. Agrometeorol.* 11: 333-342.
- Pellegrino GQ, Assad ED, Marin FR (2007) Mudanças climáticas globais e a agricultura no Brasil. *Multiciência* 8: 139-162.
- Sangoi L, Lech VA, Rampazzo C, Gracietti LC (2002) Acúmulo de matéria seca em híbridos de milho sobre diferentes relações entre fonte e dreno. *Pesq. Agropec. Brás.* 37: 259-267.
- Silva PSL (2001) Desfolha e supressão da frutificação em milho. *Ceres* 48: 55-70.
- Uhart SA, Andrade FH (1995) Nitrogen and carbon accumulation and remobilization during grain filling in maize under different source and sink ratios. *Crop Sci.* 35: 183-190.
- Vale FXR, Fernandes Filho E, Liberrato JR (2001) *QUANT - Quantificação de doenças*. Software versão 1.0.1. Universidade Federal de Viçosa: Brasil.
- Vieira Júnior PA, Dourado Neto D, Bernardes MS, Manfron PA, Martin TN (2006) Metodologia para estimativa de área foliar de genótipos de milho. *Ver. Brás. Milho Sorgo* 5: 182-191.