



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria
Brasil

Alvim, Karen Rodrigues de Toledo; Brito, Césio Humberto de; Brandão, Afonso Maria; Gomes, Luiz Savelli; Lopes, Maria Teresa Gomes

Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho

Ciência Rural, vol. 40, núm. 5, mayo, 2010

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33118931003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho

Quantification of leaf area and defoliation effect in corn crop components

Karen Rodrigues de Toledo Alvim^I Césio Humberto de Brito^{*} Afonso Maria Brandão^{II}
Luiz Savelli Gomes^{II} Maria Teresa Gomes Lopes^{III}

RESUMO

A redução da área foliar em plantas de milho altera a atividade fisiológica e consequentemente o rendimento de grãos. Os objetivos deste trabalho foram quantificar a área foliar em milho e avaliar as consequências de diferentes níveis de desfolha nos componentes de produção. O experimento foi realizado em Uberlândia, Minas Gerais (MG), durante o ano agrícola de 2007/2008. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos foram testemunha sem desfolha, remoção de duas folhas apicais, remoção de quatro folhas apicais, remoção de todas as folhas acima da espiga, remoção de quatro folhas intermediárias, remoção de todas as folhas abaixo da espiga e remoção de todas as folhas da planta. O genótipo utilizado foi o híbrido NB7376. A quantificação da área foliar foi realizada a partir da submissão de imagens de folhas de milho para leitura no programa QUANT 1.0. O resultado da área média foliar do híbrido foi de 5.687,72cm² por planta, e o Índice de Área Foliar é de 4,4. Quando foram retiradas todas as folhas acima da espiga, foi observada a perda de 20% na produtividade e de 8% no peso de 1.000 grãos; no entanto, não foram alterados a porcentagem de grãos ardidos, o número de grãos, o número de fileiras por espiga, o estande e a porcentagem de plantas acamadas. A porcentagem de grãos ardidos e de plantas acamadas só foi afetada em desfolhas totais. Toda a área foliar em milho tem a sua participação na produção de fotoassimilados; no entanto, a extensão foliar fisiologicamente ativa acima da espiga é caracterizada como a mais eficiente na produtividade de grãos.

Palavras-chave: produtividade, grãos ardidos, índice de área foliar, *Zea mays* L.

ABSTRACT

Corn plant physiological activities and consequently grain yield are affected by reduction in leaf area. The aim of this study was to quantify leaf area in corn plants and evaluate the consequences of different levels of defoliation in crop components. The experiment was conducted in Uberlândia, Minas Gerais state, during the crop year of 2007/2008. The experimental design was in randomized blocks with five replications. The treatments were as follows: control without defoliation; two apical leaves removed; four apical leaves removed; all leaves above spike removed; four intermediate leaves removed; all leaves below spike removed; and all plant leaves removed. The genotype used was hybrid NB7376. To quantify leaf area, images of corn leaves were analyzed using the program QUANT 1.0. The average hybrid leaf area was 5,687.72cm² per plant, with a leaf area index of 4.4. When all leaves above the spike were removed, grain yields fell by 20% and the mass of 1000 grains decreased by 8%. However, the percentage of damaged grains, the number of grains, and the number of rows per spike, the stand and plant lodging were not altered. The percentage of damaged grains and plant lodging were only affected in total defoliation. All leaf areas in corn are involved in the production of photoassimilates. However, physiologically active leaf area above the spike is characterized as the most efficient in grain yield.

Key words: yield, damaged grains, leaf area index, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

A quantificação da área foliar em uma cultura permite inferir o potencial fotossintético, e o seu valor

^IPrograma de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), 38400-002, Uberlândia, MG, Brasil. E-mail: cesiohumberto@iciag.ufu.br. *Autor para correspondência.

^{II}Syngenta Seeds®, Uberlândia, MG, Brasil.

^{III}Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, AM, Brasil.

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, em razão da 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 contribuem diferentemente 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 são provenientes das folhas localizadas no terço superior do colmo, aproximadamente 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 à estrutura de interesse econômico (SANGOI et al., 2002; FORSTHOFFER et al., 2006).

A redução da atividade fisiológica das principais fontes produtoras de carboidratos causadas pela desfolha na fase reprodutiva interfere na redistribuição de fotoassimilados dentro da planta, alterando a velocidade e intensidade da senescência foliar, e nos padrões de acúmulo de matéria seca nos grãos (UHART & ANDRADE, 1995). A quantificação da área foliar e o efeito da desfolha podem auxiliar no conhecimento da relação fonte-dreno e fornecer informações práticas imediatas, como avaliação do rendimento de grãos e efeito do rendimento com a colheita antecipada (SILVA, 2001). Dessa forma, há necessidade de informações sobre o comportamento da distribuição de fotoassimilados em plantas de milho em se tratando de genótipos atualmente cultivados nas condições edafoclimáticas brasileiras.

Os objetivos do trabalho foram quantificar a área foliar em milho e avaliar os efeitos de diferentes níveis de desfolha no número de fileiras das espigas, no número de grãos por espiga, na produtividade, no peso de 1.000 grãos, na porcentagem de grãos ardidos, na *stand* e na porcentagem de plantas acamadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Uberlândia, Minas Gerais (MG), na Fazenda Pombo, a 18° 56' 13" S e 46° 10' 27" W, durante o ano agrícola de 2007/2008. A área apresenta altitude de aproximadamente 920m, e o clima é caracterizado como Aw, segundo a classificação de Köppen-Geiger. A precipitação anual é de aproximadamente 1.711mm distribuídos de forma irregular (5º Distrito de Meteorologia, ligado ao Instituto Nacional de Meteorologia). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa, sendo a topografia do terreno plana a levemente ondulada.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos: 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 (remoção de 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), em cinco repetições. A parcela experimental foi constituída de seis linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,60m entre linhas e 0,20m entre plantas. Foram consideradas as quatro linhas centrais para fins de avaliações, perfazendo uma área útil de parcela de 12,48m².

Os tratamentos foram aplicados logo após a polinização das espigas quando as plantas se encontravam no estágio R . As folhas foram arrancadas manualmente com cuidado para serem mantidas as bainhas intactas. Após esse procedimento, foram feitas três aplicações de fungicidas à base de triazóis e estrubilurinas distribuídas durante a fase de enchimento de grãos.

A semeadura do híbrido triplo da Syngenta Seeds® NB 7376 foi realizada em 06/11/2007. Realizou-se adubação de plantio com 500kg ha⁻¹ de 5-20-20 e de cobertura com 200kg ha⁻¹ de ureia, dividida em duas aplicações, aos 25 e 50 dias após a emergência.

Para mensuração da área foliar, foram retiradas cuidadosamente todas as folhas de duas plantas de cada repetição do sétimo tratamento, perfazendo um total de 10 plantas. As folhas foram numeradas, ensacadas, devidamente identificadas e armazenadas, e a metodologia adotada foi adaptada de FRANCIS et al. (1969). As folhas foram recortadas para a obtenção de um tamanho máximo de 28cm, prensadas para evitar o enrugamento e escaneadas 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 cm^2 . 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), ou seja, a relação da área foliar total por unidade de área explorada pela cultura, foi obtido pela equação:

$$IAF = \frac{\text{área foliar média} (m^2) \times S \tan d (plantas / ha)}{10.000 m^2}$$

Para os tratamentos com desfolha parcial, a área foliar utilizada para o cálculo foi obtida descontando-se da área foliar total por planta do híbrido a respectiva porcentagem de desfolha, e o estande foi o determinado para cada tratamento específico procedendo-se à contagem das plantas no momento da colheita. A metodologia adaptada para realizar o presente trabalho recebeu o nome de “metodologia de mensuração de índice de área foliar por desfolha”.

A colheita foi realizada manualmente, quando os grãos apresentavam umidade de aproximadamente 21%. Logo após a colheita, as espigas foram ensacadas, devidamente identificadas e encaminhadas ao secador. Foram avaliados número de fileiras de grãos das espigas, número de grãos por espiga, produtividade, massa de 1.000 grãos, porcentagem de grãos ardidos, estande e porcentagem de plantas acamadas. O número de fileiras de grãos e o número de grãos por fileira foram avaliados a partir das 20 primeiras espigas da parcela que foram colhidas e separadas. Quando as espigas atingiram 13% de umidade, foi realizada a contagem e, a partir desses dados, foi obtido o número de grãos por espiga. Posteriormente, foi realizada a debulha mecânica das espigas das plantas da parcela útil e avaliada a produtividade dos grãos. Utilizou-se

uma balança de precisão de quatro casas, e os valores foram transformados em kg ha^{-1} . A massa de 1.000 grãos em gramas dos tratamentos foi determinada após contagem dos grãos de uma amostra de 250g que foram extrapolados para se chegar à quantidade desejada (1.000 grãos). Os dados foram devidamente anotados e analisados. Para análise de grãos ardidos, retirou-se uma amostra aleatória de 250g do *bulk* de cada parcela de todos os tratamentos, em que os grãos foram contados, e a porcentagem de grãos ardidos foi obtida por análise visual, sendo separados aqueles que apresentavam sinais ou sintomas de contaminação pelos principais fungos causadores de grãos ardidos. O estande e a porcentagem de plantas acamadas foram determinados para cada tratamento específico procedendo-se à contagem das plantas no momento da colheita.

Os dados obtidos para os caracteres avaliados foram analisados por meio de análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Skott Knott, a 5% de probabilidade. Para a análise estatística de porcentagem de grãos ardidos e porcentagem de plantas acamadas, utilizou-se transformação de dados para \sqrt{x} . As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na quantificação da área foliar, foram encontradas, em média, 13 folhas para o híbrido NB 7376. A folha da espiga, em geral, localizou-se entre a sétima e a oitava folha, no terço mediano da planta. A área foliar atingiu o maior valor na altura da espiga (Figura 1) e sua extensão total foi em média de

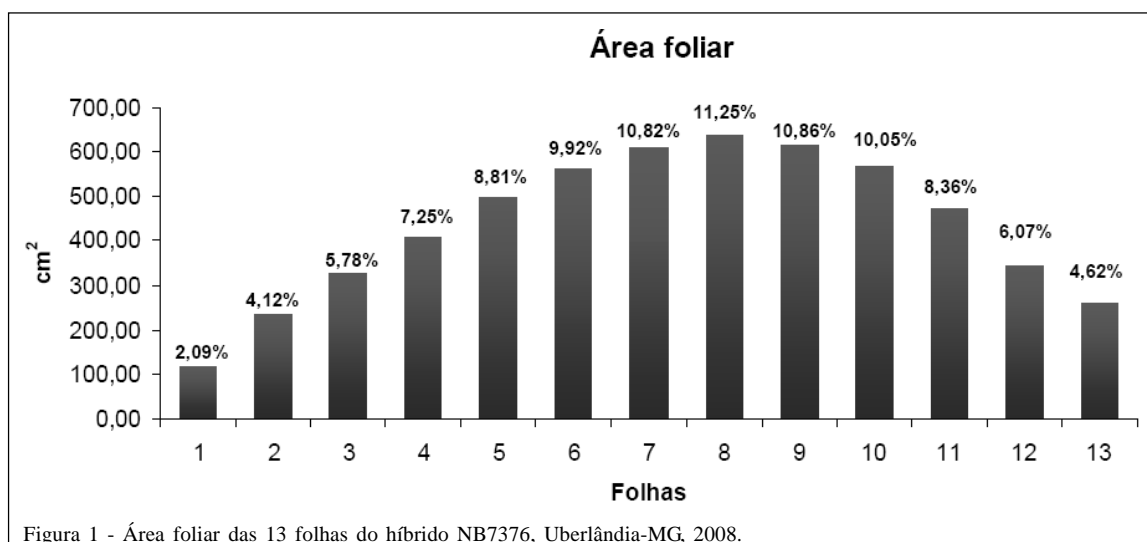


Figura 1 - Área foliar das 13 folhas do híbrido NB7376, Uberlândia-MG, 2008.

5.687,82cm² por planta. O valor encontrado foi aproximado do valor obtido por CAMACHO et al. (1995), de 5.327 a 8.411cm².

Os valores de área foliar e de IAF dos tratamentos foram obtidos de forma simples e direta. Os valores de área foliar oferecem boa precisão por apresentarem resultados em médias obtidas de repetições dos tratamentos. O IAF obtido a partir da área foliar encontrada, do estande do tratamento e da área total ocupada pelo tratamento também é de boa precisão por ser mensurado diretamente, independente de estimativas envolvendo associações ou pressuposições. A “metodologia de mensuração de índice de área foliar por desfolha” apresentada deve ser preferida quando o tipo de trabalho permitir a retirada de folhas das plantas.

O valor de IAF foi de 4,4 para a testemunha, e os valores para os níveis de desfolhas decrescem da menor para a maior porcentagem de área removida das plantas (Tabela 1). O valor de IAF encontrado para o híbrido NB 7376 aproxima-se do IAF encontrado por MANFRON et al. (2003), 4,16. Outros valores de IAF são relatados por KUNZ (2007): 5,3 para espaçamentos de 0,80m e 4,9 para espaçamentos de 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.

Os resultados da análise de variância mostraram diferença estatística significativa dos tratamentos para produtividade (kg ha⁻¹), massa de 1.000 grãos, porcentagem de grãos ardidos e porcentagem de plantas acamadas. No teste de médias, para os caracteres produtividade e para massa de 1.000 grãos, foi observada diferença estatística entre os tratamentos em que houve remoção das folhas acima da espiga (FAC), o tratamento em que foram removidas todas as folhas (SF) e os demais tratamentos (2F - remoção de duas folhas superiores, 4F - remoção de quatro folhas superiores, FI - remoção de folhas intermediárias e FAB - remoção de folhas abaixo da espiga), os quais não diferiram da testemunha (TE) (Tabela 2). Os resultados

sugerem que a redução em produtividade em milho e na massa de 1.000 grãos deve-se à localização das folhas que são retiradas das plantas e da redução da porcentagem de área foliar fisiologicamente ativa.

A produtividade média de grãos encontrada na testemunha foi de 10.910kg ha⁻¹. Esse resultado é considerado alto para Minas Gerais (CONAB, 2008). Quando as plantas foram submetidas à desfolha total (SF), a produtividade de grãos foi de 20,47% em comparação com a testemunha, o que corresponde a uma perda de aproximadamente 79% (Tabela 2). A obtenção de grãos no tratamento desfolha total, mesmo em proporção inferior aos demais tratamentos, mostra a importância do colmo e/ou dos sabugos no armazenamento e na liberação de fotoassimilados que podem ser translocados para os grãos.

A perda de produtividade, quando foram retiradas todas as folhas acima da espiga (FAC), correspondeu a aproximadamente 18%. Os resultados mostram a importância das folhas superiores da planta quanto à eficiência para a produção e ao fornecimento de fotoassimilados usados no rendimento de grãos. Quando comparada à testemunha, a remoção do limbo foliar acima da espiga resulta em maiores perdas de produção de grãos do que a remoção do limbo foliar abaixo da espiga. CAMACHO et al. (1995) relataram que cerca de 50% dos carboidratos acumulados nos grãos de milho são produzidos pelas folhas localizadas no terço superior da planta.

Para massa de 1.000 grãos, quando as plantas foram submetidas à desfolha total (SF), o valor foi reduzido a 105,2g, seguido do tratamento retirado das folhas acima da espiga (FAC), correspondendo a 304,6g. Os outros tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha. Os resultados mostram que as reservas acumuladas no colmo durante o desenvolvimento vegetativo foram suficientes para suprir a necessidade da planta em metabólitos para o enchimento de grãos quando a desfolha ocorreu em baixa porcentagem ou em folhas mais velhas.

A reserva de fotoassimilados acumulada durante a fase vegetativa no colmo e a sua translocação para o enchimento de grãos no tratamento com desfolha total permitiram que o grão finalizasse a sua formação e, consequentemente, permitiram a contagem do número de grãos e do número de fileiras nas espigas. Desfolhas totais no estágio R₂, em plantas de milho, não afetam o número de fileiras nas espigas e o número de grãos por espiga e mostram que nesse estágio esses componentes de produção já estão definidos nas espigas.

Um dos fatores que geram perdas no rendimento de grãos é a porcentagem de grãos ardidos.

Tabela 1 - Área foliar e IAF (Índice de área foliar) para sete tratamentos.

Tratamentos	Porcentagem de desfolha	IAF
Testemunha - TE	0%	4,4
Remoção de duas folhas superiores - 2F	6,22%	4,0
Remoção de quatro folhas superiores - 4F	19,25%	3,5
Remoção das folhas acima da espiga - FAC	37,98%	2,7
Remoção das folhas intermediárias - FI	40,80%	2,7
Remoção das folhas abaixo da espiga - FAB	51,21%	2,2
Remoção de todas as folhas - SF	100%	0

Tabela 2 - Efeito da desfolha nas médias de produtividade (kg ha⁻¹), massa de 1000 grãos, porcentagem de grãos ardidos, número de fileiras nas espigas, número de grãos por espiga, estande e porcentagem de plantas acamadas de sete tratamentos. Uberlândia-MG, 2008.

Tratamentos	Produtividade (Kg/ha)	Massa de 1000 grãos	% de grãos ardidos	Nº de fileiras	Nº de grãos/Espiga	Estande	% de plantas acamadas
TE	10910,2 ^a	329,4a	18,84a	16a	408,2a	78044,9a	0,00a
2F	10652,4 ^a	333,2a	15,92a	16a	431,2a	77160,3a	1,00a
4F	10351,6 ^a	333,0a	15,56a	16a	435,2a	77243,6a	1,00a
FAC	8966,4b	304,6b	11,96a	16a	438,8a	77121,8a	1,80a
FI	10095,6 ^a	325,0a	11,64a	16a	443,2a	79647,4a	2,40a
FAB	10654,8 ^a	329,8a	17,40a	16a	446,2a	78044,9a	3,20a
SF	2233c	105,2c	61,48b	16a	453,6a	77724,4a	15,60b
CV (%)	6,24	2,66	11,16	3,88	6,65	2,31	144,82
Média dos tratamentos	9123,42	294,31	7,00	16,34	436,56	77426,8	3,57

* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para esse caráter mostram que somente a desfolha total da planta, com valor de 61,48%, aumentou a porcentagem desses grãos, valor 3,26 vezes maior que a porcentagem encontrada na testemunha (18,84%). Esses grãos são afetados por fungos que consomem as reservas, tornando os grãos pouco densos passíveis de serem 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 na produtividade caso a colheita fosse mecanizada. A comercialização de grãos de milho com a presença de grãos ardidos acima dos valores previstos em lei fica comprometida, em razão da qualidade desses grãos. O produto não é indicado para a utilização na produção de rações, devido à grande concentração de toxinas, nem mesmo para produção de óleo.

O estande final de plantas não foi alterado significativamente por desfolhas em plantas de milho no estágio R₂. A estrutura do colmo foi capaz de suportar os agentes ambientais, como, por exemplo, o vento e a chuva, que são capazes de provocar maiores prejuízos na colheita por tombamento e quebraimento de colmo em milho. O fato de o estande final dos tratamentos submetidos à desfolha não ter sido alterado de forma significativa mostra que a desfolha no estágio R₂ não predispõe as plantas ao tombamento ou quebraimento do colmo provavelmente em razão da boa resistência do colmo nesse estágio.

A porcentagem de plantas acamadas só foi alterada significativamente por desfolhas totais. A precipitação intensiva é um dos fatores que podem predispor as plantas ao acamamento. A chuva incrementa o peso da parte aérea, sobretudo quando os cultivos se encontram na fase reprodutiva e ocasionam ainda o umedecimento do solo, gerando condições favoráveis para o acamamento de raízes, já que diminui a ancoragem destas. A ausência de produção de fotossimilados em desfolha total, na fase reprodutiva, pode estar relacionada à menor resistência das raízes ao acamamento.

A análise do acamamento permite inferir maiores perdas na produtividade para colheitas mecanizadas. A plataforma da máquina de colheita, muitas vezes, não consegue alcançar e colher as espigas de plantas acamadas. No experimento, o fato de a colheita ter sido realizada manualmente evitou que o acamamento provocasse maiores perdas na produtividade.

CONCLUSÃO

A área foliar acima da espiga em milho é inferior a 40% de sua extensão total; no entanto, é a mais eficiente na produtividade de grãos. A sua perda no estágio R₂ reduz consideravelmente a produtividade e não afeta o número de grãos por espiga, o número de fileiras por espiga, a porcentagem de grãos ardidos, o estande e a porcentagem de plantas acamadas.

Desfolhas totais em plantas de milho afetam a produtividade, a massa de 1000 grãos, a porcentagem de grãos ardidos e a porcentagem de plantas acamadas. O número de fileiras nas espigas, o número de grãos por espiga e o estande não são afetados por desfolhas no estágio R₂, em plantas de milho.

REFERÊNCIAS

- CAMACHO, R.G. et al. Caracterización de nueve genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz. **Scientia Agrícola**, v.52, p.294-298, 1995. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90161995000200015&script=sci_arttext>. Acesso em: 7 out. 2009. doi: 10.1590/S0103-90161995000200015.
- CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **Acompanhamento da safra brasileira**, 12º Levantamento Set/2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Online. Acesso em: 5 dez. 2008.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância: versão 3.04. Lavras: UFLA/DEX, 1999. Software.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 547p.
- FORSTHOFER, E.L. et al. Desempenho agrônomo e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.399-407, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2006000300025&script=sci_arttext>. Acesso em: 7 out. 2009. doi: 10.1590/S0100-204X2006000300025.
- FRANCIS, C.A. et al. A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, v.9, p.537-539, 1969.
- KUMAR, V. et al. Mycotoxin research and mycoflora in some commercially important agricultural commodities. **Crop Protection**, v.27, p.891-905, 2008. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T5T-4RPD76Y-3&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1038759569&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=b3b8d762f18061a9c8e80ecb62db3994>. Acesso em: 7 out. 2009. doi: 10.1016/j.cropro.2007.12.011.
- KUNZ, J.H. et al. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1511-1520, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007001100001&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 07 out. 2008. doi: 10.1590/S0100-204X2007001100001.
- MANFRON, P.A. et al. Modelo do índice de área foliar da cultura do milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, p. 333-342, 2003.
- SANGOI, L. et al. Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, v.61, p.101-110, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052002000200003>. Acesso em: 7 out. 2009. doi: 10.1590/S0006-87052002000200003.
- SILVA, P.S.L. Desfolha e supressão da frutificação em milho. **Revista Ceres**, v.48, p.55-70, 2001.
- UHART, S.A.; ANDRADE, F.H. Nitrogen and carbon accumulation and remobilization during grain filling in maize under different source and sink ratios. **Crop Science**, v.35, p.183-190, 1995.
- VALE, F.X.R. et al. **Quantificação de doenças - Quant**: versão 1.0.1. Viçosa: UFV, 2001. Software.