

AValiação DA INCIDÊNCIA DE GEADAS EM COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE DO MILHO⁽¹⁾

ANGELO CESAR AJALA XIMENES², LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA³, ANTÔNIO DIAS ROBAINA³, MANOEL CARLOS GONÇALVES³

¹Parte da dissertação de mestrado em produção vegetal do primeiro autor, apresentada à UFMS.

²Eng. Agr., Coperplan - Consultoria e Planejamento Agropecuário Ltda. Rua José Domingos Baldasso, 362, Parque Alvorada, CEP. 79823-480 Dourados, MS. E-mail: coperplan@terra.com.br

³Eng. Agr., UFMS. Caixa Postal 533, CEP. 79804-970 Dourados, MS. E-mail: lcf Souza@ceud.ufms.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.2, p.214-227, 2004

RESUMO - Com o objetivo de avaliar os efeitos das geadas, ocorridas no período de 13 a 17 de julho de 2000, nos componentes de produção e no teor de proteína bruta dos grãos de milho, atingidos em diferentes estádios de desenvolvimento e crescimento, realizaram-se dois estudos no distrito da Picadinha, município de Dourados, MS. Os dados obtidos foram analisados, considerando o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos arrançados em fatorial 3x5, correspondente a três locais com cinco coletas por local, totalizando 15 tratamentos com 4 repetições, para o híbrido Tork. Para o híbrido C 901, os tratamentos foram arrançados em fatorial 2x5, correspondente a duas localidades com cinco coletas, totalizando 10 tratamentos com 4 repetições. Para a comparação entre as médias, foi utilizado o teste de Duncan a 5% de probabilidade. Para avaliar o efeito das épocas de coletas, utilizou-se o modelo de regressão polinomial. Concluiu-se que, em todos os locais e híbridos de milho estudados, as plantas afetadas pelas geadas acumularam matéria seca nos grãos até estes atingirem a maturação fisiológica. O acúmulo de massa seca nos grãos é diretamente proporcional aos danos causados na área foliar das plantas e do estádio de desenvolvimento dos grãos no momento da geada.

Palavras-chave: temperatura, milho safrinha, enchimento de grãos, geada.

EVALUATION OF FROST INCIDENCE IN SOME COMPONENTS OF CORN PRODUCTIVITY (*Zea mays* L.)

ABSTRACT - With the objective of evaluating the effects of the July 13th to 17th, 2.000 frosts on the production components and on the total protein content in the corn grains, reached by different growth stages, two studies were carried out in Picadinha District, in Dourados, Mato Grosso do Sul. Data were obtained and analyzed considering a complete randomized experimental design, with treatments arranged in 3x5 factorial scheme, corresponding to three places with five collecting per place, resulting in 15 treatments with 4 replications, for the Tork hybrid; whereas for the C 901 hybrid, treatments were arranged in a 2x5 factorial scheme, which corresponded to two locations with five sampling times, resulting in 10 treatments with 4 replications. For comparison among averages, the Duncan test at 5% probability was used. To evaluate the effect of collection periods, the model of polynomial regression was used and it was concluded that plants affected by frosts accumulated dry matter in grains until they reached physiology maturity.

Accumulation of dry matter in grains is directly proportional to the damages caused in the leaf area of plants and to the development of grains during frost periods.

Key words: temperature, off-season corn, grain filling, frost.

O milho de safrinha vem ganhando espaço em Mato Grosso do Sul, em função da cultura da soja nos últimos anos ocupar a maioria das áreas destinadas para produção de grãos na estação de verão. Outro fator importante a ser considerado, refere-se a ocorrência temperatura noturna elevada no verão, podendo nos meses de dezembro e janeiro, atingir valores acima de 24°C, que contribui para a redução da taxa fotossintética líquida em função do aumento da respiração, o que afeta diretamente a produtividade de grãos. Da mesma maneira, temperaturas acima de 32°C reduzem sensivelmente a germinação do grão de pólen, por ocasião de sua emissão (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

Baixas temperaturas são limitantes ao cultivo comercial do milho, não sendo possível o mesmo em regiões onde a temperatura média diária de verão for inferior a 19°C ou onde a temperatura média noturna, nesta estação, for inferior a 13°C (Pascale, 1953). A translocação das reservas na planta é máxima a 30°C, caindo progressivamente com a diminuição da temperatura. Hofstra e Nelson (1969) observaram que o movimento de carboidratos era mais de 50% reduzido quando a temperatura baixava de 26°C para 6°C. De acordo com Brown (1977), quando a temperatura noturna cai abaixo de 5 °C, a planta necessita de 48 horas para recuperar o nível da taxa de fixação de CO₂.

O índice de área foliar para milho apresenta correlação positiva com a produção de grãos do número grãos/espiga e comportamento da espiga (Fancelli, 1988). A retirada de 50% dos limbos foliares na época de emissão de 50% dos pendões ocasionou sensível redução da taxa de

acúmulo de matéria seca e do peso da matéria seca da espiga, por proporcionar um menor período para o enchimento de grãos (Frey, 1981).

Experimento com desfolha artificial comprovou que a diminuição do peso do colmo causada pela desfolha foi devido à translocação da matéria seca do colmo para os grãos (Allison & Watson, 1966). Os referidos autores observaram, também, que as cinco folhas superiores, as quatro medianas e as seis basais contribuíram respectivamente com 26, 42 e 32% da extensão da área foliar, contudo, a contribuição estimada dos três grupos de folhas mencionados para produção de matéria seca da planta correspondeu a 40, 35-50 e 5-25% respectivamente.

O efeito da geada provoca alterações no metabolismo vegetal e resulta em danos fisiológicos nas plantas por causa da solidificação do orvalho sobre as partes aéreas da plantas, uma condição indesejável, pois prejudica a cultura, causando quebra na produção e inconveniência de prejuízo econômico (Ometto, 1981).

Nas plantas, o gelo forma-se primeiro nas partes que se resfriam e que são mais propensas ao congelamento, geralmente, os feixes vasculares periféricos. O protoplasto sofre congelamento intracelular se nele houver uma alta proporção de água, os cristais de gelo formam-se de maneira repentina no interior da célula e, nessas condições de congelamento, o citoplasma é destruído (Larcher, 2000).

Temperatura abaixo de zero tem sobre o protoplasma o mesmo efeito da dessecação. Durante o estresse provocado pelo congelamento e pela desidratação do protoplasma, os íons provenientes dos sais e ácidos orgânicos alcançam altas concentrações na solução remanescente,

exercendo, nessa situação, um efeito tóxico, inativando enzimas. Sob essas condições, a resistência das biomembranas é exigida ao extremo, tanto pelo efeito osmótico como pelo efeito mecânico provocado pela redução do volume celular. Então, a camada de lipídios é destruída, as proteínas das membranas sofrem dissociação e diminui a atividade da ATPase (Larcher, 2000).

O presente trabalho objetiva avaliar a incidência das geadas ocorridas no período entre 13 e 17 de julho de 2000 em alguns componentes de produtividade do milho.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada nos meses de julho e agosto de 2000, para avaliar o efeito da geada sobre os componentes de produção na cultura do milho semeado no outono, na região de Dourados, no sul de Mato Grosso do Sul.

Caracterização do local

Município de Dourados - distrito de Picadinha

O distrito Picadinha compreende uma área em torno de 20 mil hectares, pertence ao município de Dourados, MS, e está situado a 22° 14' de latitude Sul e 54° 49' de longitude Oeste e altitude de 452 metros. O solo predominante no distrito é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico típico, originalmente sob vegetação de floresta estacional semidescidual, com topografia suavemente ondulada.

Conforme Figura 1, no mês de julho de 2000 foram registrados nos dias 13, 14 e 17, temperaturas de: -1,5°C, -1,2°C e -1,9°C, respectivamente, na região de Dourados, provocando danos pela geada em várias culturas, incluindo o milho. No referido ano, houve boa distribuição de chuvas, sendo registrado no período de fevereiro a agosto 570 mm, o que favoreceu o desenvolvimento das plantas, contribuindo para

acúmulo de matéria seca nas cultivares estudadas durante a fase de enchimento de grãos.

O híbrido Tork foi semeado nos seguintes locais e datas: Fazenda Taquara nos dias 26 a 28 de fevereiro, Fazenda Paradoiro nos dias 12 a 15 de março, Fazenda Serrito nos dias 25 a 30 de março, já o milho C 901 foi semeado nos dias 12 a 15 de março na Fazenda Paradoiro e nos dias 25 a 30 de março na Estância Paulista.

O Tork é um híbrido simples, caracteriza-se por apresentar ciclo precoce, grãos duros e cor amarelo-laranja. O C 901 também é um híbrido simples, de ciclo superprecoce, grãos semidentados, de cor amarela. As propriedades rurais utilizadas neste estudo adotam tecnologias adequadas para boa produtividade de grãos nas culturas de soja, semeadas no verão e nas de milho, semeadas no outono.

Amostragem de espigas

As coletas de espigas foram iniciadas três dias após a ocorrência da primeira geada, registrada no dia 17 de julho de 2000, sendo repetidas semanalmente até a maturidade fisiológica das plantas. Neste período, foram realizadas cinco coletas aleatoriamente, aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após as ocorrências das geadas dentro das localidades selecionadas, amostrando-se 25 plantas por coleta com quatro repetições. As espigas de cada repetição foram colhidas aleatoriamente dentro das lavouras de milho, esticando-se uma corda de nylon de dez metros de comprimento na linha de semeadura, e colhendo-se, ao acaso, as espigas dentro da área demarcada. Imediatamente após as coletas, as espigas foram levadas para o Núcleo Experimental de Ciências Agrárias para serem avaliados os componentes de produção.

Avaliação da incidência das geadas

Os dados obtidos foram analisados, considerando o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjados em

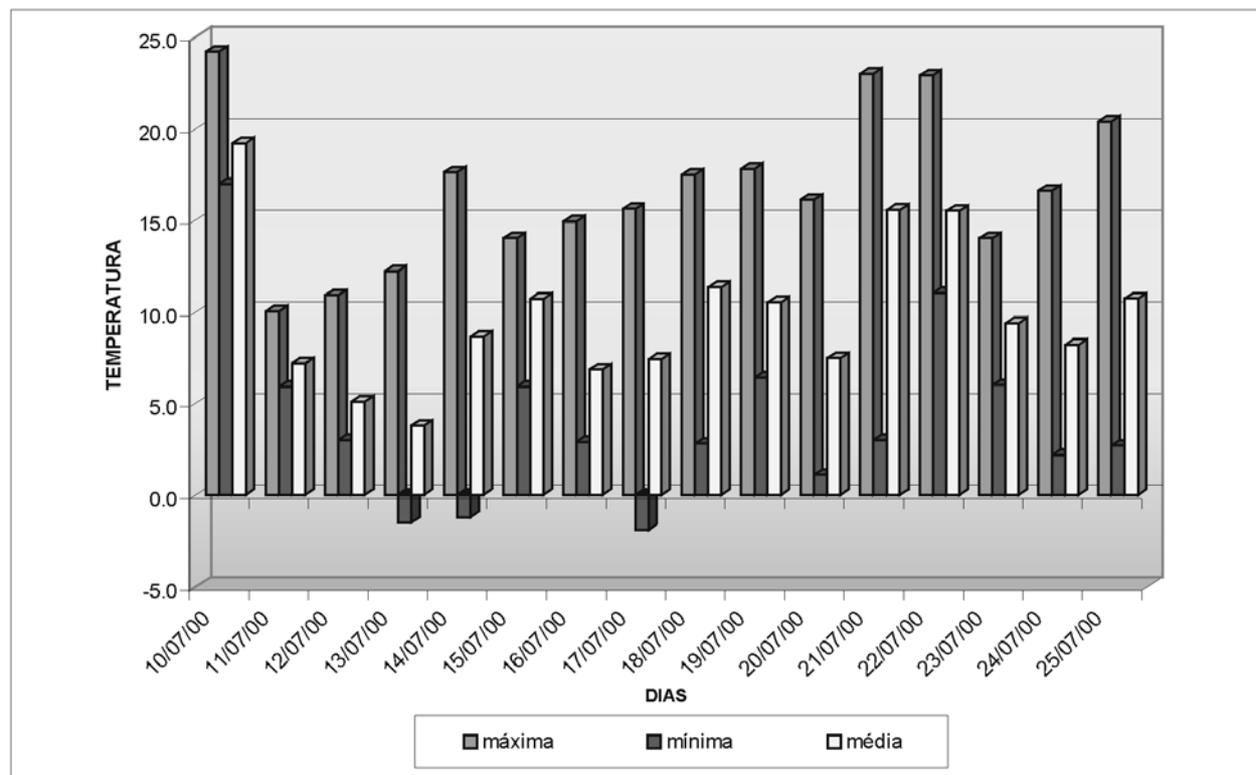


FIGURA 1. Variação da temperatura no período que foi registrada a ocorrência de geadas no município de Dourados, MS. Dados coletados na estação meteorológica do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias-UFMS, no mês de julho de 2000.

fatorial. Para avaliar o híbrido Tork, foi utilizado o fatorial 3x5, correspondendo a três locais e cinco coletas por local, totalizando 15 tratamentos. Para o híbrido C 901, foi utilizado o fatorial 2x5, correspondendo a dois locais e cinco coletas por local, totalizando dez tratamentos com quatro repetições, respectivamente. Para a comparação de médias dos locais, foi utilizado o teste de Duncan, a 5% de probabilidade. Para avaliar o efeito das épocas de coleta, foi utilizado o modelo de regressão polinomial, sendo realizadas as seguintes determinações:

Estádio de desenvolvimento do grão: baseou-se nos estádios propostos por Fancelli (1988), adaptado de Hanway (1966), que classifica os grãos de milho nos seguintes estádios: grão leitoso (6), grão pastoso (7), início da formação de dentes

(8), grão duro (9) e grão maduro fisiologicamente (10).

Massa seca de uma espiga: essa determinação foi realizada imediatamente após cada coleta de 25 espigas de milho por local e híbrido, por repetição, da qual foi retirada uma espiga ao acaso para determinar a massa seca da mesma. Cada espiga foi despilhada, debulhando-se manualmente ou cortado com faca rente ao sabugo todos os grãos da espiga. A seguir, os grãos foram pesados em balança de precisão com três casas decimais, colocados em saquinhos de papel previamente perfurados e levados em estufa com circulação forçada de ar, regulada a 60°C, até peso constante. A seguir, foram novamente pesados e retirados três gramas de grãos que foram moídos e levados a estufa regulada a 105°C, durante

quatro horas (Lenkeit & Becker, 1956). Após o resfriamento, pesou-se novamente, corrigindo o peso inicial, e o cálculo da massa seca definitiva dos grãos foi determinado de acordo com Silva (1981).

Massa de grãos de 20 espigas: essa determinação foi realizada após a secagem natural das espigas coletadas em cinco épocas por local e híbrido. As espigas despalhadas foram debulhadas em debulhador estacionário e, após a limpeza, os grãos foram pesados em balança de precisão, corrigindo-se o grau de umidade dos grãos para 13%, com os valores expressos em gramas.

Peso específico aparente dos grãos: essa determinação foi realizada após a debulha dos grãos das 20 espigas, utilizando-se um recipiente graduado com volume de 1.000 ml com boca larga. Os grãos foram despejados sobre o recipiente até serem transbordados, retirando-se o excesso através da passagem de uma régua rente à extremidade superior do recipiente. A seguir, foram pesados em balança de precisão, corrigindo-se o grau de umidade para 13%. O peso específico aparente foi determinado pela seguinte expressão: $\text{Peso específico} = \text{Massa de grãos} / \text{Volume de grãos}$ (Puzzi, 1986).

Proteína bruta do grão: o termo proteína bruta envolve um grande número de substâncias com estruturas semelhantes, porém com funções fisiológicas muito diferentes. Baseado no fato de as proteínas terem porcentagem de nitrogênio quase constante, em torno de 16%, o que se faz é determinar o nitrogênio e, por meio de um fator de conversão, transformar o resultado em proteína bruta pelo método da Association ... (1970).

Resultados e Discussão

Avaliação da incidência das geadas no híbrido de milho *Tork*

A análise de variância para massa seca

dos grãos por espiga e massa de grãos de 20 espigas e peso específico aparente, foi significativo ($p < 0,05$) para o local amostrado e para as épocas de coletas (Tabela 1).

As plantas de milho coletadas na lavoura da Fazenda Serrito, após a ocorrência das geadas, apresentaram menor enchimento de grãos e, conseqüentemente, menor produtividade, diferindo dos resultados obtidos nas lavouras das Fazendas Taquara e Paradoiro (Tabela 2).

Independentemente do local, o enchimento de grãos determinado pela massa de grãos por espiga e massa de grãos de 20 espigas aumentaram de forma linear durante a fase de enchimento de grãos (Figuras 2 e 3).

Com base no coeficiente de regressão, ocorreu um aumento diário para a massa de grãos por espiga e peso de grãos de 20 espigas de 0,755g e 1,51g, respectivamente (Figuras 2 e 3). Isso significa que, embora não foi avaliado os danos da geada na área foliar das plantas, as geadas, observou-se visualmente que houve queima considerada das folhas do terço médio e superior da planta e fatalmente tenham afetado a área foliar, mas mesmo assim, os grãos continuaram seu processo de enchimento, o que foi observado também por Carter & Hesterman (2001).

Experimento com desfolha manual comprovou que a diminuição do peso do colmo, causada pela retirada de folhas da planta de milho foi devido à translocação da matéria seca do colmo para os grãos (Allison & Watson, 1966). Os referidos autores observaram, também, que as cinco folhas superiores, as quatro medianas e as seis basais contribuíram respectivamente com 26, 42 e 32% da extensão da área foliar, contudo, a contribuição estimada dos três grupos de folhas mencionados para produção de matéria seca da planta correspondeu a 40, 35-50 e 5-25% respectivamente.

TABELA 1. Resumo das análises de variância da massa de grãos espiga⁻¹ (g), massa de grãos de 20 espigas (g), peso específico aparente (kg m⁻³) e proteína bruta do híbrido Tork, em função de local e dias após ocorrência de geadas. Dourados, MS, 2000.

Fontes de Variação	Quadrados Médios			
	Massa de grão espiga ⁻¹	Massa de grãos de 20 espigas	Peso específico aparente	Proteína bruta
Local (L)	20604,7100**	80081,00**	170695,30**	0,59099
Dias após a geada(DAG)	1141,2350**	13582,27**	1047,53	0,33016
L x DAG	226,0620	57689,32	777,87	0,29656
RESÍDUO	169,3919	32156,66	529,80	0,34041
C.V (%)	10,9470	8,515	4,161	12,412

** : Significativo a 1% pelo teste de F

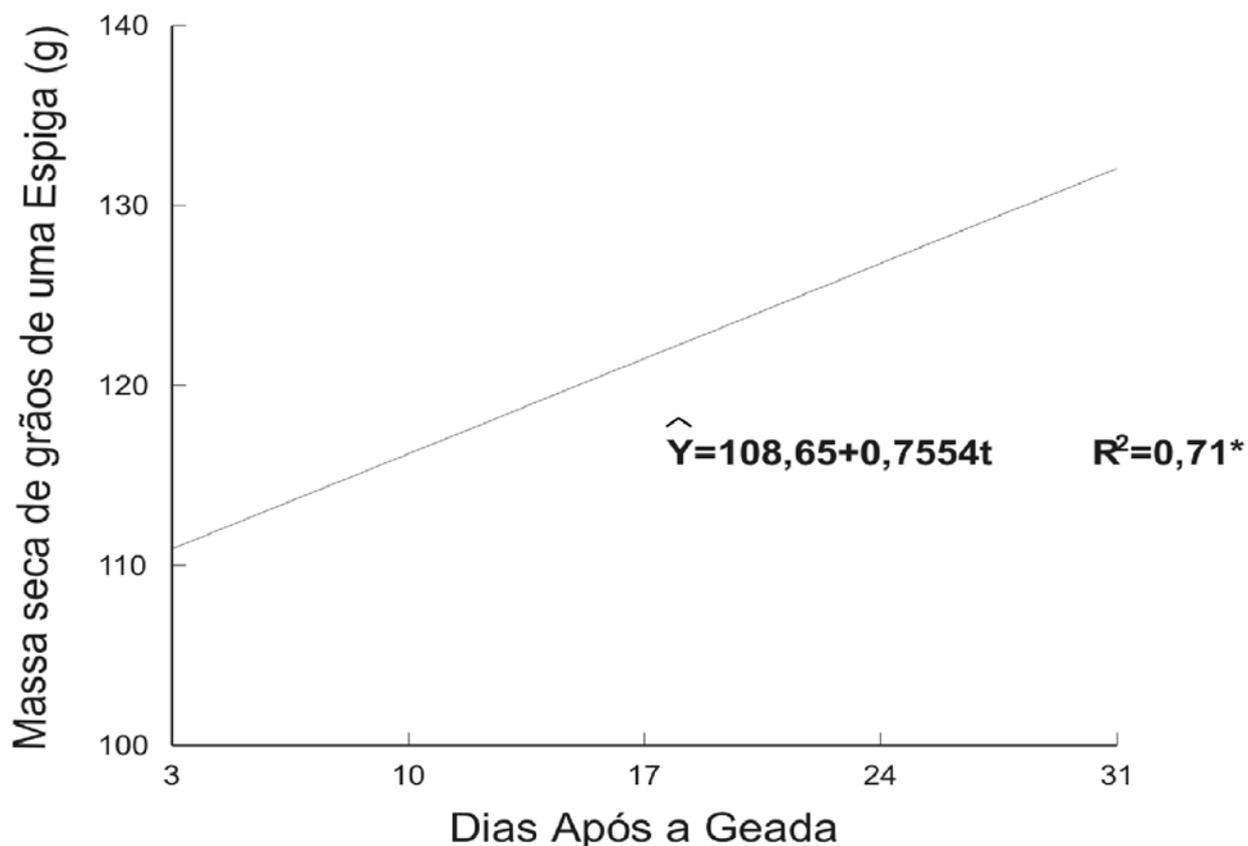


FIGURA 2. Massa de grãos de uma espiga (g) do híbrido Tork coletado aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após a ocorrência das geadas no distrito da Picadinha, Dourados, MS, 2000.

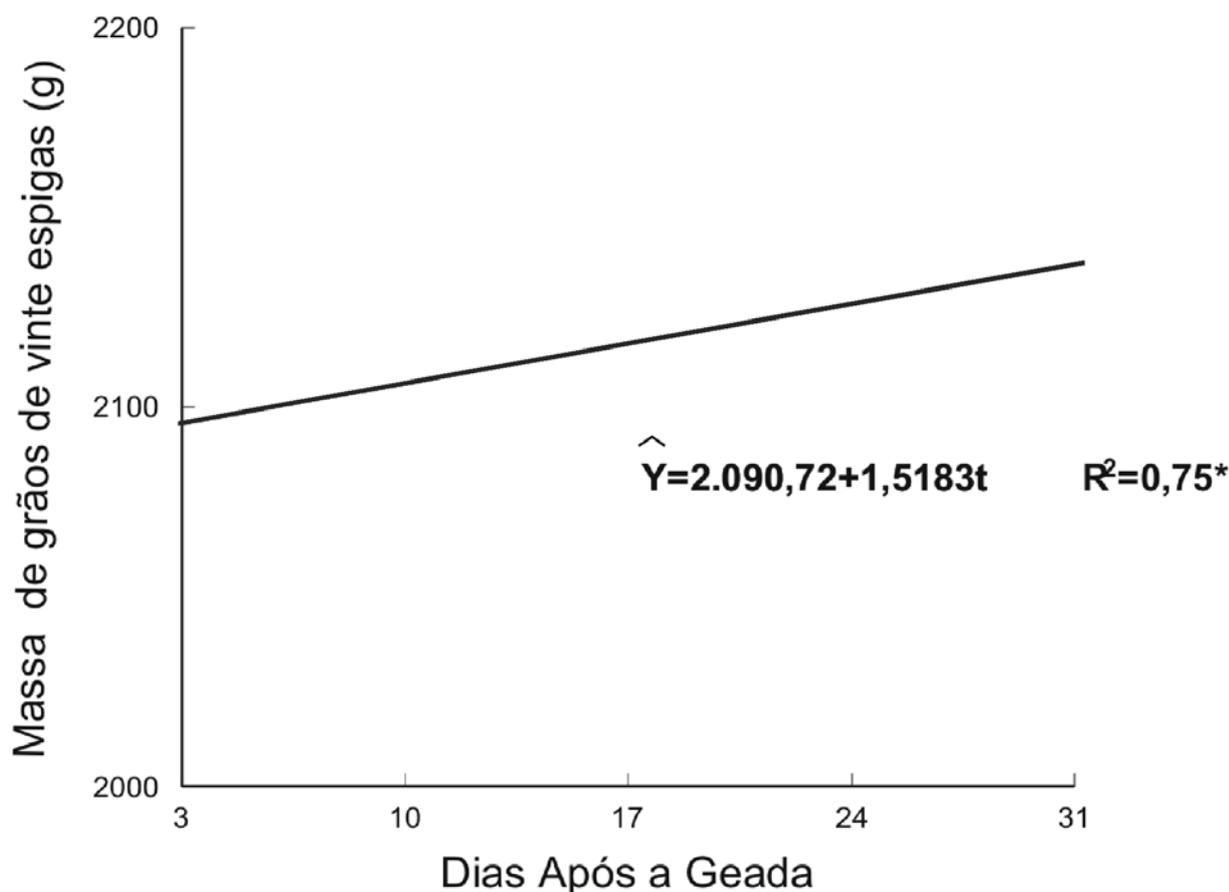


FIGURA 3. Massa de grãos de 20 espigas (g) do híbrido Tork coletadas aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após a ocorrência das geadas no distrito da Picadinha, Dourados, MS, 2000.

A análise de variância para peso específico aparente de grãos foi significativa ($p < 0,05$) somente para o local; para a proteína bruta não houve diferenças significativas (Tabela 1).

O milho produzido na Fazenda Taquara apresentou maior peso específico aparente, diferindo significativamente dos demais locais, enquanto o menor peso específico aparente de grãos foi obtido na Fazenda Serrito (Tabela 2).

O comportamento do híbrido Tork, nos diferentes locais, está associado ao estágio de desenvolvimento no momento da ocorrência das geadas, da intensidade da mesma e da época de semeadura. Apesar de haver diferenças de altitudes entre as localidades, esse fator possivelmente

não interferiu nos danos provocados pela geada, mesmo porque as áreas das propriedades apresentam topografia suavemente onduladas.

Nas fazendas Taquara e Paradoiro, o milho foi semeado nos dias 26 a 28 de fevereiro e nos dias 12 a 15 de março, respectivamente. No momento da ocorrência da geada, as plantas encontravam-se nos estádios 8 na Fazenda Taquara, caracterizado pelo início da formação de “dente”, e estágio 7 no local 2, caracterizado por apresentar grãos pastosos (Hanway, 1966). Nestes estádios, as plantas apresentam folhas e bainhas mais lignificadas, as quais foram moderadamente queimadas pela geada.

TABELA 2. Valores médios de massa de grãos espiga⁻¹ (g), massa de grãos de 20 espigas (g), peso específico aparente (kg m⁻³) e proteína bruta do híbrido Tork após ocorrência de geadas. Dourados, MS, 2000.

Local	Massa de grãos espiga (g)*	Massa de grãos de 20 espigas (g)*	Peso específico aparente (kg m ⁻³)*	Proteína bruta (%)*
Fazenda Taquara	128,88 a	2519,70 a	619,90 a	8,55 a
Fazenda Paradoiro	145,50 a	2435,90 a	592,30 b	8,83 a
Fazenda Sgerrito	83,31 b	1380,20 b	447,80 c	8,50 a
Média	119,23	2111,93	553,33	8,63

*As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

As diferenças entre os dois locais deve-se ao fato de ter ocorrido queima mais acentuada das folhas superiores das plantas de milho localizadas na lavoura da Fazenda Paradoiro, o que contribuiu para o menor peso específico aparente dos grãos. Deve-se ressaltar que, houve uma boa distribuição de chuva durante as diferentes fases de desenvolvimento da planta, principalmente nos meses de julho e de agosto, favorecendo o enchimento de grãos.

Na Fazenda Serrito, a lavoura de milho foi semeada nos dias 25 a 30 de março e no momento da geada, as plantas encontravam-se no estágio 6, caracterizado pelo início do enchimento de grãos, em torno de 12 dias após a fecundação (Hanway, 1966), sendo as plantas drasticamente afetadas pelas baixas temperaturas (-1,3°C e -1,9°C) ocorridas nos dias 13 e 17 de julho, com queima das folhas, bainhas e palha da espiga. De acordo com Fancelli (1988), a perda de cinco folhas superiores de plantas de milho, próximo do florescimento, promove significativamente queda no rendimento da cultura, principalmente pela redução do comprimento das espigas, peso de espigas e peso de grãos.

O padrão de acumulação de matéria no internódio e na espiga pode indicar a força do dreno da planta de milho. Em dreno forte deve

carrear significativa quantidade de fotoassimilados do colmo para a espigas, sobretudo no final do período de enchimento de grãos, quando a demanda é alta (Magalhães *et al.*, 1998). Segundo esses autores, a relação peso de espiga/peso de internódio pode indicar o comportamento de determinadas cultivares no que refere à força do dreno durante o período de enchimento de grãos.

Experimentos com remoção de folhas mostram que o colmo diminui em peso e a espiga continua o seu enchimento normal. Isto demonstra claramente que há uma translocação do colmo para os grãos. Em pesquisas onde houve remoção de folhas e o colmo foi envolvido com papel alumínio, a espiga continuou o seu enchimento, confirmando a translocação de fotoassimilados armazenados no colmo para os grãos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1983).

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 de senescência foliar e, conseqüentemente, os padrões de acúmulo de matéria seca nos grãos (Uhart & Andrade, 1995; Sangoi *et al.*, 2002).

De acordo com Carter & Hesterman (2001), o enchimento de grãos é paralisado somente quando ocorre a morte do colmo e, nesse caso, é acelerada a maturação fisiológica dos grãos, com o surgimento da camada preta.

De acordo com Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1983), o desenvolvimento de grãos se completa de 50 a 55 dias após a fertilização, sendo que o acúmulo de matéria seca no grão segue um modelo de curva sigmóide. A relação fonte/dreno da planta pode determinar a duração desse período em função de fotoassimilados disponíveis (fonte) e a capacidade da espiga (dreno) em acomodar esses fotoassimilados.

Os resultados relativos à proteína bruta obtidos nesta pesquisa são inferiores aos encontrados na tabelas brasileiras para aves e suínos (Rostagno, 2000) quando da análise de milho precoce (7,53%) e, superiores, quando da análise de subproduto industrial (9,8%), em comparação com os obtidos nos grãos do híbrido Tork atingidos pela geada (Tabela 2).

Avaliação da incidência das geadas no híbrido de milho C 901

A análise de variância para a massa seca de grãos por espiga, peso de grãos de 20 espigas, peso específico aparente e de proteína bruta foi significativa ($p < 0,05$) para o local e, para a massa de grãos por espiga e peso de 20 espigas, houve diferenças significativas para época de coleta (Tabela 3).

As plantas de milho amostradas na lavoura da Fazenda Estância Paulista apresentaram menor enchimento de grãos e, conseqüentemente, menor produtividade, diferindo das obtidas na lavoura da Fazenda Taquara (Tabela 4).

Independentemente do local, o enchimento de grãos determinado pela massa de grãos por espiga e peso de grãos de 20 espigas aumentou durante a fase de enchimento de grãos (Figuras 4 e 5).

Com base no coeficiente de regressão, ocorreu um aumento diário na massa de grãos por espiga de 1,83 gramas a partir da primeira amostragem (Figura 4). Para o peso de grãos de

TABELA 3. Resumo das análises de variância da massa seca de 100 grãos (g), massa de grãos/espiga (g), massa de grãos de 20 espigas (g), densidade (kg m^{-3}) e Proteína bruta de híbrido C 901, em função de local e dias após ocorrência de geadas. Dourados, MS, 2000.

Fonte de Variação	Quadrados Médios			
	massa de grãos espiga ⁻¹	massa de grãos de 20 espigas	Peso específico	Proteína bruta
Local	143240,10**	0,119**	212059,20*	2,7248**
Dias após a geada(DAG)	3356,68**	283795,800**	29269,63	1,1974
Local x DAG	132,92	80254,370	2517,76	0,2121
Resíduo	509,21	39679,130	1239,67	0,5113
C. V.%	19,63	15,82	8,38	8,18

*: Significativo a 5% pelo teste de F

** : Significativo a 1% pelo teste de F

TABELA 4. Valores médios de massa de grãos espiga⁻¹ (g), massa de grãos de 20 espigas (g), Peso específico aparente e Proteína bruta do híbrido C 901, em função de local e das épocas de coletas de espigas. Dourados, MS, 2000.

Local	Massa de grãos/espiga (g)*	Massa de grãos de 20 espigas (g)*	Peso específico aparente (kg m ⁻³)*	Proteína bruta (%)*
Fazenda Taquara	174,818 a	1803,425 a	493,140 a	9,538 a
Fazenda Estância Paulista	55,135 b	713,394 b	347,517 b	9,016 b
Média	114,977	1258,409	420,329	9,277

*As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

20 espigas, os ganhos diários foram de 16,40g (Figura 5).

O milho produzido na Fazenda Taquara apresentou maior acúmulo de massa seca dos grãos por espiga, peso dos grãos de 20 espigas, densidade e proteína bruta, diferindo significativamente dos obtidos na Fazenda Estância Paulista (Tabela 4).

Independentemente das geadas ocorridas, as cultivares atingiram a maturação fisiológica, havendo uma aceleração na formação da camada preta (maturação fisiológica).

O comportamento do híbrido C 901 está associado ao estágio de desenvolvimento da planta no momento de ocorrência das geadas. Na Fazenda Estância Paulista a lavoura de milho foi semeada nos dias 25 a 30 de março e, no momento da ocorrência da geada, as plantas estavam no estágio 6, caracterizado pelo início do enchimento dos grãos (grão leitoso), com aproximadamente 12 dias após a fecundação (Hanway, 1966).

Após as geadas ocorridas nos dias 13 e 17 de julho, com temperaturas de -1,3°C e -1,9°C (Figura 1), as folhas das plantas e parte das palhas da espiga estavam visivelmente queimadas, comprometendo a taxa fotossintética das plantas e, possivelmente, a continuação do

enchimento dos grãos deveu-se à translocação de fotoassimilados do colmo para a espiga.

Baseados nos resultados obtidos, pode-se afirmar que os danos causados pela geada são dependentes da sua intensidade e do estágio de desenvolvimento da planta no momento da sua ocorrência. Pode-se também inferir que, possivelmente, o genótipo pode influenciar no processo de enchimento dos grãos. O híbrido Tork, coletado na fazenda Serrito e o híbrido C 901, coletado na propriedade Estância Paulista apresentavam o mesmo estágio de desenvolvimento, ou seja, no início de enchimento de grãos (estádio 6) no momento que ocorreu a geada, provocando queima das folhas superiores, atingindo também a palha da espiga. No entanto, o híbrido Tork apresentou em magnitude maior eficiência durante o enchimento dos grãos, pela massa seca de grãos por espiga, peso de grãos de 20 espigas e no peso específico em relação ao C 901 (Tabelas 2 e 4). Esse comportamento pode estar relacionado com a capacidade de armazenamento e translocação de fotoassimilados do colmo para espiga, bem como o padrão de enchimento de grãos, devido a taxa de acumulação de matéria seca diária destes genótipos ser possivelmente diferentes.

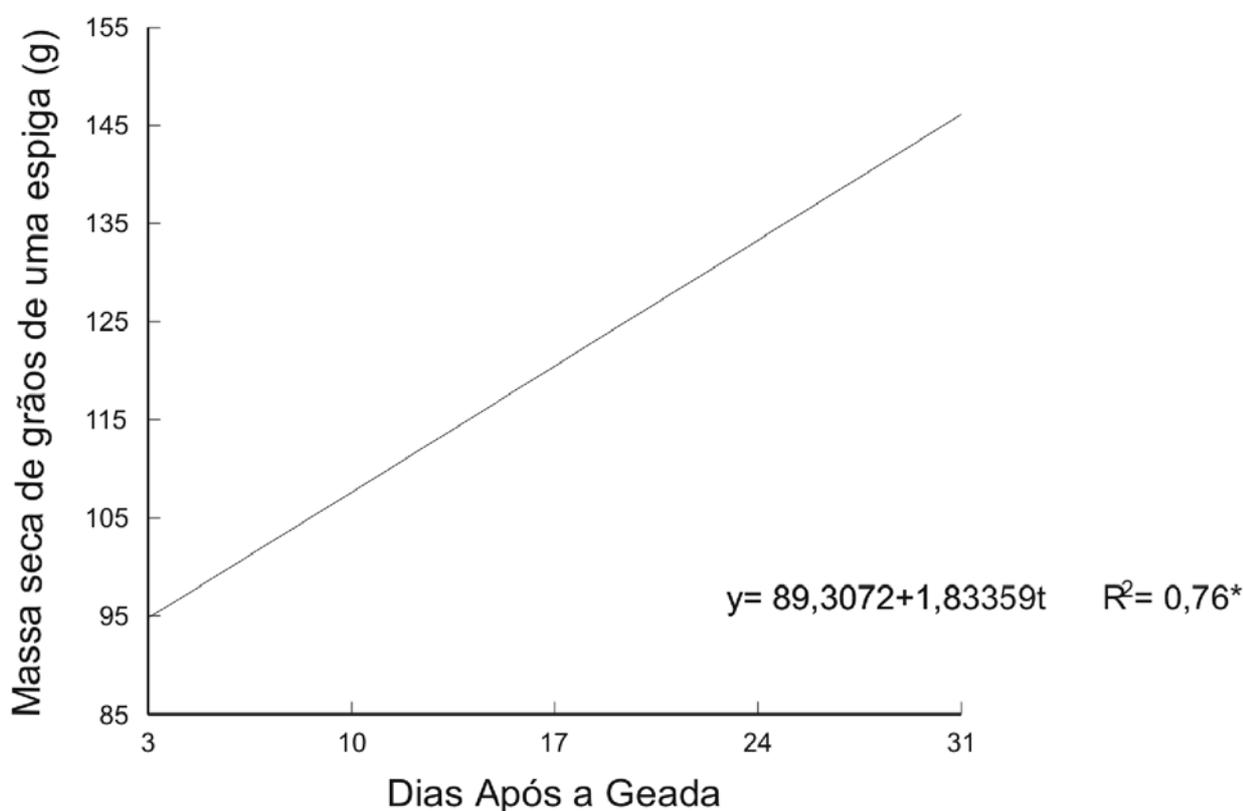


FIGURA 4. Massa de grãos de uma espiga (g) do híbrido C 901 coletada aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após a ocorrência das geadas no distrito da Picadinha, Dourados, MS, 2002.

De acordo com Tollenaar *et al.* (1994), citado por Sangoi *et al.* (2002), as exigências calóricas contrastantes para o florescimento podem levar a diferenças na taxa de alocação de matéria seca nos grãos durante o seu enchimento. Tais contrastes podem estar vinculados a diferenças na atividade fotossintética das folhas, na longevidade foliar, na capacidade de remobilização de reservas do colmo para os grãos, na demanda competitiva exercida por outras estruturas da planta na fase reprodutiva da cultura e na eficiência de dreno da espiga.

Os híbridos superprecoces, pelo fato de disporem de menor tempo para investir no seu aparelho fotossintético e na formação das inflorescências, podem ter o acúmulo de matéria seca nos grãos mais comprometidos por estresses

impostos pela desfolha (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

O híbrido C 901, possivelmente por possuir grãos dentados, perdeu mais umidade e apresentou menor acúmulo de matéria seca. Após a ocorrência das geadas, as folhas secaram e, como consequência, houve rápida perda de umidade. Nesta cultivar ocorreu o pior desempenho em magnitude em relação ao híbrido Tork.

Didonet (2001) verificou que o acúmulo de massa seca nos grãos do híbrido de milho C 901, durante os anos de 1994/95, 1995/96 e 1996/97, semeados mais tardiamente tendem a um menor acúmulo de massa seca no grão do que nos de plantios efetuados mais precocemente. Isso sugere que a menor taxa de crescimento dos grãos em plantios mais tardios foi consequência de

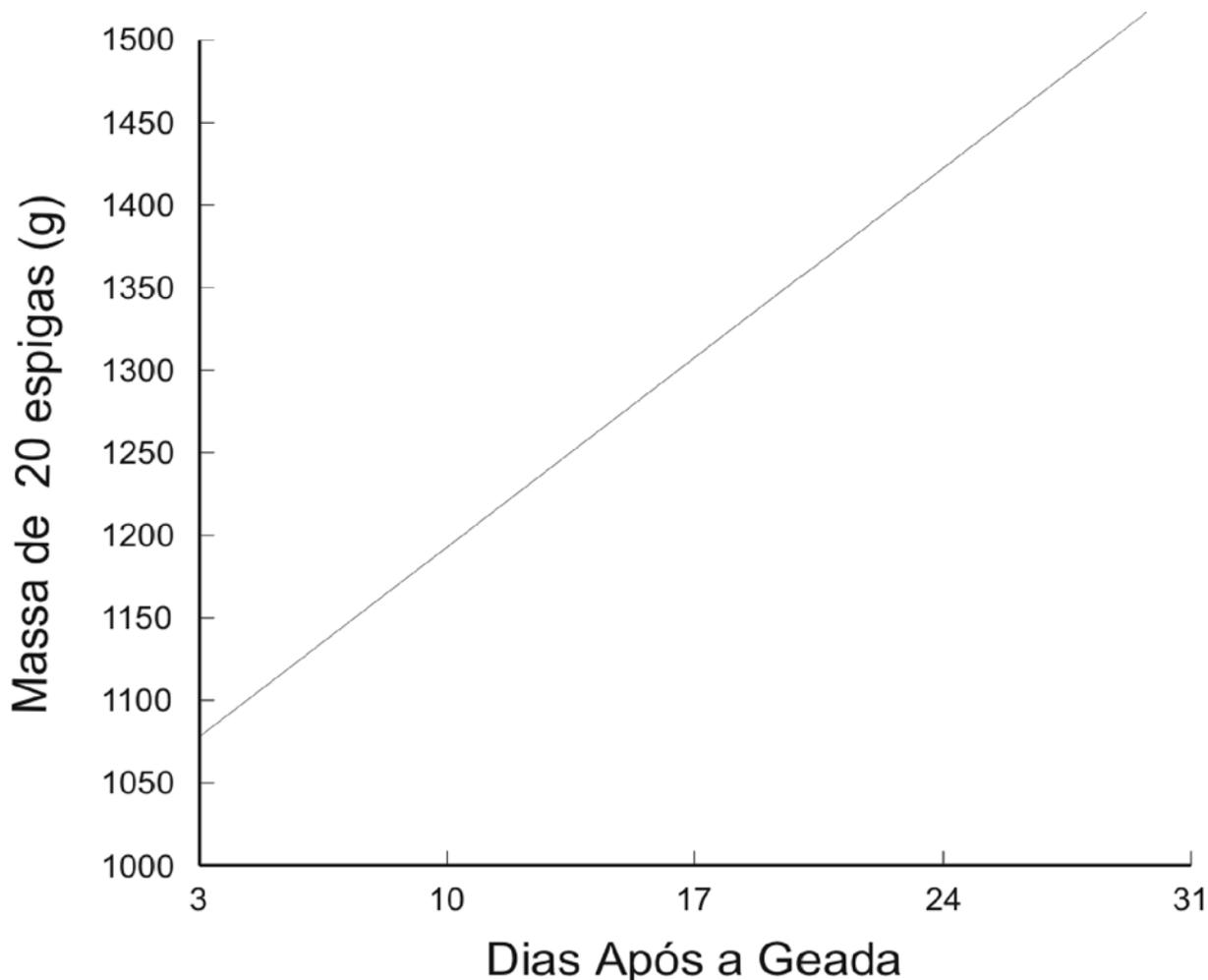


FIGURA 5. Massa dos grãos de 20 espigas (g) do híbrido C 901 coletadas aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após a ocorrência das geadas no distrito da Picadinha, Dourados, MS, 2002.

baixas temperaturas que atingiram a lavoura. Da mesma forma, a massa seca final do grão foi menor em plantios mais tardios e teve também uma relação direta com a taxa efetiva de crescimento de grãos, demonstrando, assim, que houve menor acúmulo de massa seca no grão. Além disso, o menor período de crescimento resultou também em menor massa seca acumulada nos grãos.

Conclusões

Em todos os locais e híbridos de milho estudados, as plantas afetadas pelas geadas

acumularam matéria seca nos grãos até estes atingirem a maturidade fisiológica.

O acúmulo de massa seca nos grãos é inversamente proporcional aos danos causados na área foliar das plantas e diretamente proporcional ao estágio de desenvolvimento dos grãos (idade fisiológica) no momento da geada e do híbrido utilizado.

Literatura Citada

ALLISON, J. C. S.; WATSON, D. J. The production and distribution of dry matter in maize

after flowering. **Annals of Botany**, London, v. 30, n. 119, p. 366-381, 1966.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 11.ed. Washington, 1970. 1094 p.

BROWN, D. M. Response of maize to environmental temperatures: a review. In: SYMPOSIUM ON THE AGROMETEOROLOGY OF THE MAIZE (CORN) CROP, 1976, Ames. **Proceedings...** Geneva: World Meteorological Organization, 1977. p. 15-26. (WMO, 481).

CARTER, P. R.; HESTERMAN, O. B. **Handling corn damaged by autumn frost**. [S.l.]: Michigan State University Extension, 2001. 6 p. (Field Crop CAT Alerts 1996-2001).

DIDONET, A. D. *et al.* Crescimento e desenvolvimento de milho: acúmulo de massa seca do grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 447-456, mar. 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Fisiologia da produção. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1993. p. 85-92.

FANCELLI, A. L. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho (*Zea Mays* L.)**. 1988. 172 p. Tese (Doutor em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

HANWAY, J. J. Defoliation effects on different corn (*Zea mays* L.) hybrids as influenced by plant population and stay of development. **Agronomy Journal**, Madison, v. 61, p. 534-538, 1966.

HOFSTRA, G.; NELSON, C. D. The translocation of photosynthetically assimilated ¹⁴C in corn. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 47, p. 1435-1442, 1969.

FREY, N. M. Dry matter accumulation in kernels of maize. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 1, p. 118-122, Jan./Feb. 1981.

LARCHER, W. A planta sobre estresse. In: LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. p. 341-437.

LENKEIT, W.; BECKER, M. **Inspeção e apreciação de forragens**. Lisboa: Ministério da Economia de Portugal, 1956. 152 p. (Boletim Pecuário, n. 2).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; OLIVEIRA, A. C. de. Efeitos do quebramento do colmo no rendimento de grãos de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 3, p. 279-289, jul.set. 1998.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440 p.

PASCALE, A. J. Mapa fenológico do milho em la República Argentina. **Meteoros**, Buenos Aires, v. 3, n. 4, p. 383-394, 1953.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 603 p.

ROSTAGNO, H. S. (Ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, DZO, 2000. 141 p.

- SANGOI, L. *et al.* Acumulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 259-267, mar. 2002.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV, 1981. 166 p.
- TOLLENAAR, M. Response of dry matter accumulation in maize to temperature: I. Dry matter partitioning. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 5, p.1239-1246, Sept./Oct. 1994.
- UHART, S. A.; ANDRADE, F. H. Nitrogen deficiency in maize: I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 5, p. 1376-1383, Sept./Oct. 1995.