

Acúmulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno⁽¹⁾

Luis Sangoi⁽²⁾, Vanderlei Adilson Lech⁽³⁾, Clair Rampazzo⁽⁴⁾ e Luis Carlos Gracietti⁽⁴⁾

Resumo – Pouca ênfase tem sido dada à caracterização das diferenças fenológicas e fisiológicas existentes entre híbridos de milho de ciclos contrastantes na fase de enchimento dos grãos. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de estudar os efeitos da densidade de semeadura e da desfolha sobre o acúmulo de matéria seca após a floração de híbridos com exigências térmicas distintas para pendoar. O experimento foi realizado em Lages, SC. Foram testados os híbridos: P32R21, superprecoce, e C333B, tardio, em quatro densidades: 25.000, 50.000, 75.000 e 100.000 plantas/ha. Determinou-se o acúmulo de matéria seca aos 0, 21, 42 e 64 dias após a antese, em plantas com área foliar intacta e com remoção de metade das folhas na antese. O híbrido superprecoce evidenciou maior velocidade de acúmulo de matéria seca nos grãos e maior decréscimo na matéria seca das folhas, 64 dias após a antese, do que o híbrido tardio. O C333B externou menores taxas de acúmulo de matéria seca nos grãos, nas três primeiras semanas após a antese, do que no final do período de enchimento dos grãos. O aumento da população e a desfolha reduziram as taxas de acúmulo de matéria seca nos grãos dos dois híbridos avaliados.

Termos para indexação: *Zea mays*, população de plantas, desfolhação, enchimento do grão.

Dry matter accumulation of maize hybrids under different source:sink ratios

Abstract – Little attention has been given to the study of phenological and physiological differences among contrasting cycle maize hybrids during grain filling. This experiment was conducted in order to evaluate the effects of planting density and defoliation on dry matter accumulation after flowering of maize hybrids with different thermal requirements to reach tasseling. The trial was performed in Lages, SC, Brazil. Two hybrids were tested: P32R21, very early, and C333B, late, at four plant populations: 25,000, 50,000, 75,000 and 100,000 plants/ha. Dry matter accumulation was estimated at 0, 21, 42 and 64 days after anthesis. Plants were assessed with intact leaf area and having half of their green leaves removed at anthesis. The very early hybrid presented greater speed of grain dry matter accumulation and higher decrease of leaf dry matter 64 days after anthesis than the late hybrid. Hybrid C333B showed lower dry matter accumulation rates during the first three weeks after anthesis than at the end of the filling grain period. Increase in plant population and defoliation reduced grain dry matter accumulation rates of both hybrids.

Index terms: *Zea mays*, plant population, defoliation, seed filling.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 12 de julho de 2001.

⁽²⁾ Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Dep. de Fitotecnia, Caixa Postal 281, CEP 88520-000 Lages, SC. Bolsista do CNPq. E-mail: a2ls@cav.udesc.br

⁽³⁾ UDESC, Dep. de Solos. Bolsista da Capes. E-mail: a6val@cav.udesc.br

⁽⁴⁾ UDESC. Bolsista de iniciação científica do CNPq. E-mail: a6cr@cav.udesc.br

Introdução

Os híbridos de milho disponíveis no mercado são classificados quanto à duração do seu ciclo em três categorias principais: superprecoces, precoces e tardios. Essa classificação baseia-se na exigência térmica de cada material para alcançar o pendoamento-espigamento, a qual, segundo Fancelli & Dourado-

Neto (2000), é de 780 a 830 unidades calóricas (UC) nos híbridos superprecoces, 831 a 890 UC nos precoces e 890 a 1.200 UC nos tardios.

Pouca ênfase tem sido dada à caracterização das diferenças fenológicas existentes entre cultivares na fase de enchimento dos grãos, que, segundo Gerage (1991), Fornasieri (1992) e Recomendações... (1998), é mais homogênea entre cultivares, independentemente da duração do período vegetativo. Por outro lado, a velocidade com que as alterações ontogênicas e fenológicas ocorrem na fase de pré-floração da cultura pode interferir significativamente nas relações existentes entre as fontes produtoras de fotoassimilados e os seus principais drenos na fase do enchimento dos grãos (Sangoi et al., 2001), tendo, com isto, um reflexo no acúmulo e distribuição de carboidratos nas diferentes frações da planta (Rajcan & Tollenaar, 1999).

As cultivares superprecoces diferenciam o seu pendão floral mais rapidamente, alcançando a fase de florescimento com menor número de folhas, menor área foliar e porte mais baixo do que as cultivares tardias, que passam maior tempo vegetando antes de transformarem o seu ponto de crescimento num primórdio floral (Sangoi, 2001). Em razão dessas características morfofisiológicas, os híbridos superprecoces dispõem, em condições edafoclimáticas semelhantes, de uma menor superfície fotossinteticamente ativa durante o seu período de enchimento dos grãos do que os materiais tardios (baixa relação entre fonte e dreno). Por outro lado, materiais mais exigentes em soma térmica para florescer apresentam menor eficiência do que os materiais tardios para alocarem matéria seca à estrutura de interesse econômico (Fischer & Palmer, 1984; Almeida et al., 2000), em razão do menor poder de demanda de suas espigas (alta relação entre fonte e dreno).

As variações observadas no índice de colheita das cultivares de milho estão diretamente associadas à capacidade de cada genótipo de translocar fotoassimilados para os grãos (Mundstock & Silva, 1989). Exigências calóricas contrastantes para o florescimento podem levar a diferenças na taxa e período 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 per se (Tollenaar et al., 1994; Fancelli, 2000).

Além da exigência calórica do material, dois fatores que podem modificar drasticamente as relações entre fonte e dreno e interferir na distribuição e acúmulo de matéria seca da planta são a densidade de semeadura e a desfolha durante a fase de florescimento. O incremento na população de plantas por área promove maior competição intra-específica pelos recursos do ambiente, reduzindo a área foliar e aumentando o sombreamento na comunidade (Sangoi & Salvador, 1998). Ambas as características reduzem a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, alterando a taxa e duração do período de enchimento dos grãos (Ruget, 1993).

O efeito do incremento na população sobre a distribuição e acúmulo de matéria seca nos grãos pode diferir em função da exigência calórica da cultivar para florescer. Híbridos superprecoces, por produzirem uma quantidade de fitomassa menor, são considerados mais tolerantes ao adensamento do que os híbridos tardios (Almeida & Sangoi, 1996; Sangoi, 2001). Esta afirmação tem sido feita com base na produtividade final da cultura, havendo poucos registros de trabalhos que avaliem os efeitos da variação na população sobre a taxa e acúmulo de matéria seca na planta de híbridos contrastantes em ciclo, durante todo o período de enchimento dos grãos.

A redução da atividade fisiológica das principais fontes produtoras de carboidratos causada pela desfolha na fase reprodutiva interfere na redistribuição de fotoassimilados dentro da planta, alterando a velocidade e intensidade da senescência foliar, e, conseqüentemente, os padrões de acúmulo de matéria seca nos grãos (Barnett & Pearce, 1983; Uhart & Andrade, 1995). Estes efeitos podem diferir em função da exigência calórica do material para florescimento. Híbridos superprecoces, pelo fato de disporem de menos tempo para investirem no seu aparelho fotossintético e na formação das inflorescências, podem ter o acúmulo de matéria seca nos grãos mais comprometido por estresses impostos à planta na fase de florescimento, tais como a redução da relação fonte:dreno causada pela desfolha (Fancelli, 2000).

O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos da densidade de semeadura e desfolha sobre o acúmulo de matéria seca, durante o enchimento dos grãos de dois híbridos de milho contrastantes quanto à exigência calórica para o florescimento.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Município de Lages, SC, localizado a 27°52' de latitude Sul e 50°18' de longitude Oeste. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfb, e apresenta temperaturas amenas no verão, invernos frios e precipitação pluvial bem distribuída o ano todo. O solo da área experimental é um Nitossolo Vermelho (Embrapa, 1999).

Foram testados dois híbridos com exigências calóricas contrastantes: P32R21, híbrido super precoce, e C333B, híbrido tardio. A exigência calórica dos genótipos testados para florescerem é de 790 e 970 UC, respectivamente. A distribuição e acúmulo de matéria seca de cada híbrido no enchimento dos grãos foi analisada separadamente, considerando-se o delineamento de blocos casualizados, dispostos em parcelas subdivididas. Na parcela principal foram alocadas quatro densidades de semeadura: 25.000, 50.000, 75.000 e 100.000 plantas por hectare. Em cada população, os híbridos foram avaliados, nas subparcelas, com sua área foliar intacta e com a remoção de metade das folhas presentes no espigamento. Nas parcelas desfolhadas, removeu-se integralmente a lâmina das folhas na fração intermediária do colmo, nas quais se localizavam as espigas da planta. Assim, se as plantas de determinada parcela apresentavam 14 folhas verdes, foram removidas três folhas acima da espiga superior, a folha índice, e três folhas abaixo dela. Tais folhas foram removidas quando 50% das plantas apresentavam-se em antese (com deiscência de pólen no pendão). As subsubparcelas foram compostas pelas épocas de amostragem para avaliação do acúmulo de matéria seca: 0, 21, 42 e 64 dias após a desfolha. Cada subparcela foi constituída por cinco linhas de 7 m de comprimento. As plantas foram sempre coletadas nas linhas centrais de cada subparcela, deixando-se no mínimo três plantas de bordadura entre uma coleta e outra.

O experimento foi conduzido no sistema de semeadura direta, sobre uma cobertura morta de aveia-preta (*Avena strigosa*), que foi dessecada com aplicação de 1.400 g/ha de i.a. de glyphosate, 15 dias antes da semeadura do milho. A adubação de manutenção foi de 20 kg de N, 70 kg de P₂O₅ e 100 kg de K₂O por hectare. Em cobertura foram aplicados 80 kg/ha de N quando as plantas apresentavam-se com cinco folhas expandidas. A adubação foi feita segundo a Comissão de Fertilidade do Solo –RS/SC (1995),

para lavouras de milho com perspectivas de obtenção de rendimento de grãos superiores a 6.000 kg/ha.

O ensaio foi instalado em 11/11/1999, utilizando-se semeadoras manuais, com três sementes por cova e espaçamento entre linhas de 75 cm. O espaçamento entre covas adjacentes dentro da linha foi de 53,3, 26,6, 17,8 e 13,3 cm, respectivamente, para as densidades de 25.000, 50.000, 75.000 e 100.000 plantas/ha.

Uma mistura de atrasina (1.400 g/ha de i.a.) e metolachlor (2.100 g/ha de i.a.) foi pulverizada sobre a superfície do solo logo após a semeadura, em pré-emergência do milho e das plantas daninhas. Quando as plantas encontravam-se com quatro folhas totalmente expandidas, efetuou-se o desbaste, para ajustar a população aos valores definidos em cada tratamento.

Com quatro e oito folhas expandidas, as extremidades da quarta e oitava folhas de cinco plantas escolhidas ao acaso em cada subparcela não desfolhada foram marcadas com tinta não lavável. Nelas foram determinados o número de folhas totais e da área foliar, produzidas por cada híbrido no florescimento, segundo Tollenaar (1992). Em cada época de amostragem, foram coletadas cinco plantas ao acaso, por subparcela, as quais foram dissecadas, separando-se em embalagens distintas colmos e pendões, folhas e espigas. O material foi colocado em estufa a 60°C, permanecendo até peso constante, para a obtenção da matéria seca. Após a secagem, as espigas foram despalhadas, trialhadas, e os grãos, pesados para estimativa de matéria seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e os efeitos dos tratamentos foram testados pelo teste F. Os valores de F para efeitos principais e interações foram considerados significativos a 5% ($P < 0,05$). A comparação entre médias foi realizada pelo teste de Duncan para os fatores qualitativos, a 5% de probabilidade. Quanto aos fatores quantitativos, utilizou-se análise de regressão, testando-se os modelos linear, quadrático e cúbico. Os modelos que alcançaram significância estatística e que apresentaram maior coeficiente de determinação com os dados obtidos foram selecionados, para expressar o comportamento de cada variável.

Os pontos de máximo acúmulo de matéria seca em cada estrutura da planta, e a duração do período de enchimento de grãos de cada híbrido, foram estimados efetuando-se a primeira derivada das equações calculadas e igualando-a a zero. As taxas de acúmulo de matéria seca nos grãos foram determinadas em cada intervalo compreendido entre duas amostragens, dividindo-se o ganho de matéria seca observado no período pelo número de dias transcorridos entre uma época de amostragem e a coleta que lhe antecedeu. As determinações de ponto de máximo acúmulo de matéria seca, duração do período e taxas de acúmulo foram realizados conforme Tollenaar et al. (1994).

Resultados e Discussão

A matéria seca alocada nas folhas do híbrido superprecoce P32R21 foi significativamente afetada pela interação tríplice entre densidade, desfolha e época de amostragem. Nas parcelas mantidas com o aparato fotossintético intacto, houve incremento na matéria seca das folhas durante o início do período de enchimento dos grãos na densidade de 25.000 plantas/ha (Figura 1). Quando se utilizaram densidades superiores a 25.000 plantas/ha, houve decréscimos contínuos na matéria seca ao longo do período de enchimento dos grãos. Nas subparcelas desfolhadas, houve acréscimo na matéria seca foliar do híbrido P32R21 no início do enchimento dos grãos em todas as densidades de semeadura.

Não houve efeito significativo diferenciado da densidade de plantas sobre o acúmulo de matéria seca nas folhas do híbrido tardio C333B durante o enchimento dos grãos. Considerando-se a média das quatro populações avaliadas, nas parcelas mantidas com seu aparato fotossintético intacto, a relação entre a matéria seca e os dias após o início da antese foi decrescente (Figura 2). Já nas parcelas desfolhadas, o ponto de máximo acúmulo de matéria seca das folhas ocorreu 22 dias após o início da antese. Tanto nas parcelas intactas quanto nas desfolhadas, o híbrido tardio C333B apresentou na última amostragem realizada mais de 50% da matéria seca foliar computada na primeira coleta, evidenciando uma senescência foliar mais lenta do que a do híbrido P32R21 (Figuras 1 e 2).

Diversos fatores podem contribuir para manter altas taxas fotossintéticas por unidade de área foliar nas plantas cultivadas, prorrogando a senescência. A quantidade de radiação solar interceptada pela superfície fotossinteticamente ativa da cultura atua favoravelmente para aumentar a eficiência de uso da radiação solar (Westgate et al., 1997). Isto preserva a integridade do aparelho fotossintético, mantendo o acúmulo de matéria seca nas folhas por mais tempo. A utilização de baixa densidade de semeadura pode redundar em excesso de atividade da fonte em relação à demanda, principalmente no início do enchimento dos grãos, quando a força de dreno da espiga é pequena (Fancelli, 2000). A alta relação fonte:dreno permite à cultura investir simultaneamente no

acúmulo de matéria seca de folhas, colmos e grãos, conforme observou-se em relação ao híbrido P32R21 na densidade de 25.000 plantas/ha (Figuras 1 e 3).

Da mesma forma, a remoção de metade das folhas nos dois híbridos fez com que as folhas remanescentes recebessem maior insolação, o que se refletiu num incremento da matéria seca foliar na fase inicial do

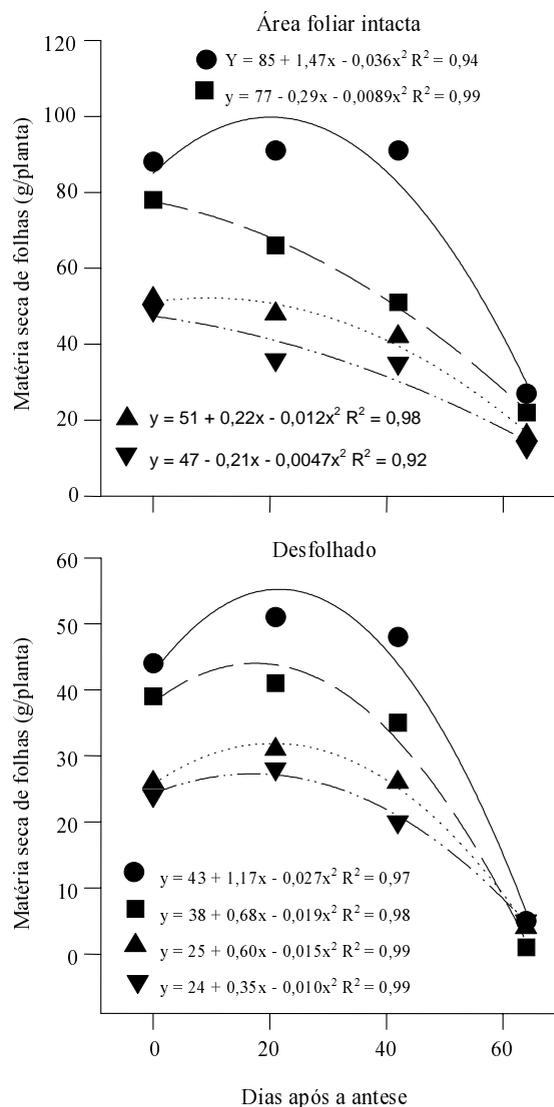


Figura 1. Efeito das densidades de 25.000 (●), 50.000 (■), 75.000 (▲) e 100.000 plantas/ha (▼) sobre o acúmulo de matéria seca nas folhas do híbrido superprecoce P32R21, com área foliar intacta e desfolhado durante o enchimento dos grãos. Lages, SC, 1999/2000.

período de enchimento de grãos, mesmo nas densidades mais altas (Figuras 1 e 2). Por outro lado, à medida que a demanda da espiga por carboidratos aumentou, a desfolha acelerou a senescência foliar do híbrido superprecoce P32R21, corroborando as observações de Barnett & Pearce (1983) e Rajcan & Tollenaar (1999). Já no híbrido C333B, não houve efeito tão drástico da redução da fonte apressando a redução da matéria seca presente nas folhas no final do período de enchimento dos grãos (Figura 2).

A matéria seca alocada no colmo e pendão de ambos os híbridos foi significativamente modificada pela desfolha, na média das quatro densidades de planta (Figura 3). Nas parcelas não desfolhadas, os dois híbridos incrementaram a matéria seca dos colmos durante a primeira metade do período de enchimento de grãos. Os pontos de máximo acúmulo de matéria seca no colmo foram alcançados aos 33 e 35 dias após a floração, em relação aos híbridos P32R21 e C333B, respectivamente. Este comportamento confirmou as observações de Tollenaar (1977), Ruget (1993) e Fancelli & Dourado-Neto (2000), de que o colmo é uma importante estrutura de armazenamento temporário de açúcares nas primeiras semanas após a fertilização dos grãos, quando a

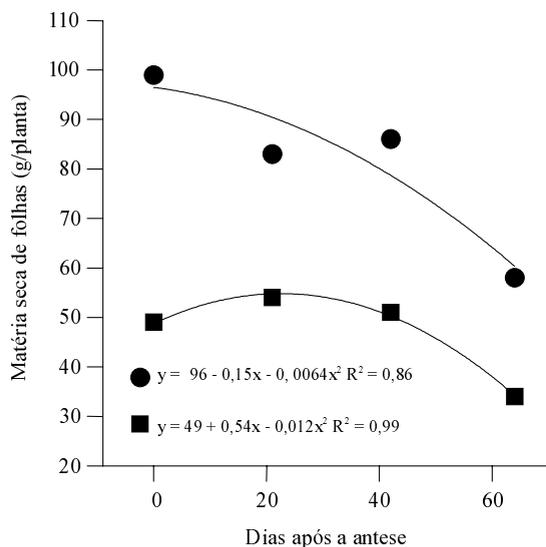


Figura 2. Efeito da desfolha sobre o acúmulo de matéria seca nas folhas do híbrido tardio C333B normal (●) e desfolhado (■) durante o enchimento dos grãos, na média de quatro densidades de semeadura. Lages, SC, 1999/2000.

capacidade fotossintética da planta é máxima e a demanda da espiga por fotoassimilados pequena.

A redução da relação fonte/demanda imposta pela desfolha alterou o padrão de acúmulo de matéria seca nos colmos dos híbridos. A presença de menor superfície fotossinteticamente ativa restringiu o incre-

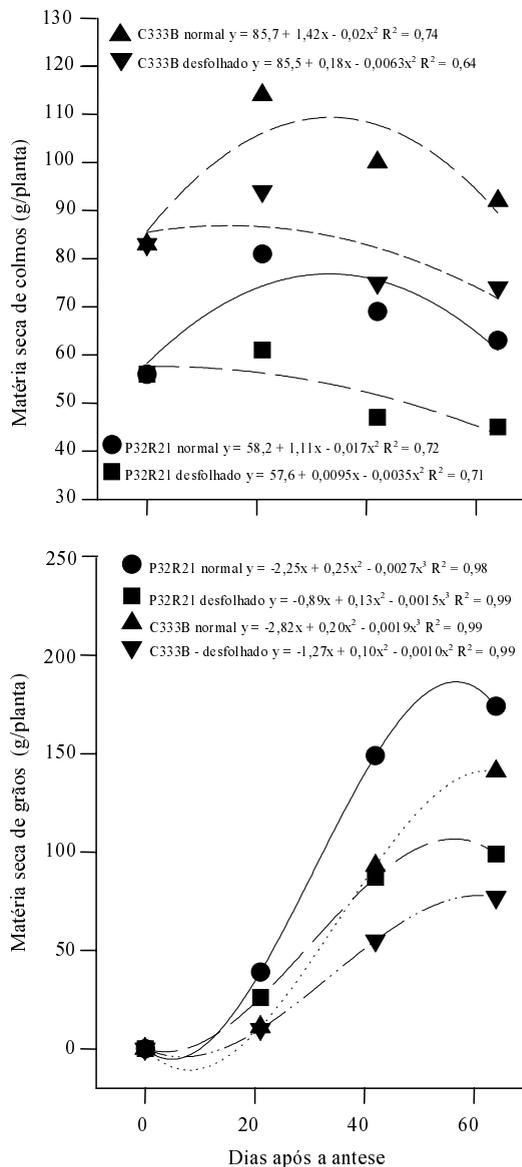


Figura 3. Efeitos da desfolha sobre o acúmulo de matéria seca nos colmos e grãos dos híbridos P32R21 (superprecoce) e C333B (tardio), na média de quatro densidades de semeadura. Lages, SC, 1999/2000.

mento de matéria seca nos colmos na fase reprodutiva, fazendo com que estas estruturas passassem a remobilizar suas reservas mais rapidamente para o enchimento dos grãos (Figura 3). Esse fato foi observado também por Barnett & Pearce (1983), Uhart & Andrade (1995) e Sangoi et al. (2001).

O decréscimo na matéria seca acumulada nos colmos após a desfolha iniciou mais rapidamente no híbrido superprecoce P32R21 do que no híbrido tardio C333B, o qual, mesmo tendo 50% de suas folhas verdes removidas na antese, ainda incrementou matéria seca alocada a colmos e pendões durante os primeiros 14 dias do enchimento dos grãos. A diferença de comportamento detectada entre híbridos pode estar relacionada com o maior número de folhas, maior área foliar remanescente do genótipo tardio logo após a desfolha (Tabela 1), e ao maior poder de dreno dos grãos do material superprecoce na fase inicial de enchimento, levando a uma remobilização mais rápida das reservas existentes no colmo da planta.

O acúmulo de matéria seca nos grãos de ambos os híbridos avaliados foi influenciado significativamente pelas interações entre desfolha e época de amostragem e densidade e época de amostragem. Nos dois híbridos, a redução da relação fonte:dreno promovida pela desfolha e pelo aumento da população de plantas restringiu a quantidade de matéria seca presente nos grãos ao final do período de enchimento dos grãos (Figuras 3 e 4). Esse efeito foi também constatado por Barnett & Pearce (1983), Fancelli (1988) e Uhart & Andrade (1995).

Considerando-se a média das quatro densidades, o híbrido superprecoce P32R21 apresentou 64 dias após a antese maiores valores de matéria seca nos

grãos do que o híbrido tardio C333B, tanto nas parcelas normais quanto nas desfolhadas (Figura 3). Por outro lado, sua área foliar na antese equivaleu a

Tabela 1. Características morfológicas de híbridos de milho de ciclos contrastantes, na média de quatro densidades de semeadura (25.000, 50.000, 75.000 e 100.000 plantas/ha). Lages, SC, 1999/2000⁽¹⁾.

Característica agrônômica	P32R21 (superprecoce)	C333B (tardio)
Folhas totais (n ^o)	20,7b	24,2a
Folhas verdes na antese (n ^o)	14,2b	16,7a
Área foliar total na antese (cm ²)	7.837b	9.534a
Área foliar remanescente (cm ²)	2.744b	3.800a
Índice de colheita (%)	55,1a	35,7b

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

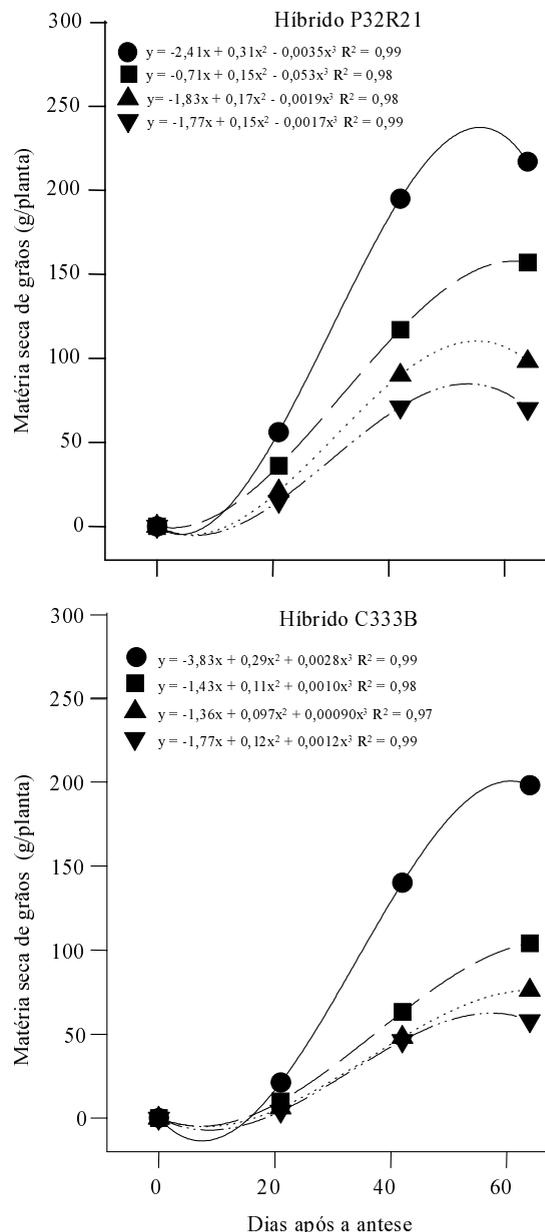


Figura 4. Efeitos da densidade de 25.000 (●), 50.000 (■), 75.000 (▲) e 100.000 plantas/ha (▼) sobre o acúmulo de matéria seca nos grãos do híbrido superprecoce P32R21 e do híbrido tardio C333B, na média de dois níveis de desfolha. Lages, SC, 1999/2000.

82% e 72% da superfície fotossinteticamente ativa do material tardio, nas parcelas normais e desfolhadas, respectivamente (Tabela 1).

A disparidade existente entre a magnitude do aparelho fotossintético e o acúmulo de matéria seca nos grãos está, possivelmente, ligada à capacidade de dreno da inflorescência feminina e ao equilíbrio entre fonte e demanda. Genótipos mais exigentes em unidades de calor para o florescimento apresentam normalmente área foliar exuberante, característica importante, principalmente em ambientes tropicais, para que a cultura possa competir eficientemente com outras espécies de rápido crescimento, bem como ser submetida à desfolha ocasionada por insetos (Fancelli & Dourado-Neto, 2000). Por outro lado, em ambientes subtropicais, de verões amenos, como o em que se conduziu o presente trabalho, podem ser limitados pela amplitude do dreno, apresentando partição de matéria seca deficiente às estruturas de interesse econômico (Fischer & Palmer, 1984; Fancelli, 2000).

A limitada capacidade de dreno externada pelo híbrido C333B pode ser devida à competição por fotoassimilados existente entre outras estruturas da planta. Os maiores decréscimos na matéria seca de folhas e colmos do híbrido P32R21, em relação ao C333B (Figuras 1, 2 e 3), são um indicativo de que o mesmo apresentou maior capacidade de remobilizar reservas das frações vegetativas às espigas durante a fase final de enchimento dos grãos. Essa caracte-

ristica compensou a sua menor área foliar, refletindo-se em maiores valores de matéria seca nos grãos na última amostragem realizada.

Conforme Salvador & Pearce (1995), o período de enchimento de grãos pode ser subdividido em três fases principais: dilatação, linear e atenuativa. Analisando-se as taxas de acúmulo de matéria seca nos grãos calculadas para os subperíodos 0-21, 21-42 e 42-64 dias após a antese, e considerando-se que os mesmos sejam indicativos das fases de dilatação, linear e atenuativa, respectivamente, pode-se constatar diferenças entre os híbridos no padrão de acúmulo durante o enchimento dos grãos (Tabela 2). O híbrido superprecoce apresentou maiores valores numéricos de taxa de acúmulo de matéria seca no grão do que o híbrido tardio durante os primeiros 42 dias após a antese. Por outro lado, o incremento de matéria seca dos grãos do material tardio foi numericamente maior do que o do superprecoce dos 42 aos 64 dias após a antese, em todas as densidades, com o aparelho fotossintético intacto e nas parcelas desfolhadas. Esses dados indicam que houve no genótipo menos exigente em unidades de calor para o florescimento, uma atividade mitótica mais intensa logo após a fertilização dos grãos. Com isto, as células do amiloplasto necessárias para o acúmulo de amido foram formadas de forma mais rápida, levando a taxas mais altas de acúmulo de matéria seca. Já no híbrido tardio, o incremento de matéria seca dos grãos nas primeiras três semanas do enchimento foi pe-

Tabela 2. Efeitos da densidade de semeadura (plantas/ha) e da desfolha sobre a taxa diária de acúmulo de matéria seca nos grãos (g/planta/dia) dos híbridos de milho P32R21 (superprecoce) e C333B (tardio). Lages, SC, 1999/2000⁽¹⁾.

Dias após antese	Densidade de semeadura					Desfolha		
	25.000	50.000	75.000	100.000	Média	Sem	Com	Média
P32R21 ⁽²⁾								
0-21	2,7aB	1,7bB	1,0cB	0,7cB	1,5	1,8aB	1,2bB	1,5
21-42	6,6aA	3,9bA	3,3cA	2,6dA	4,1	5,3aA	2,9bA	4,1
42-64	1,0bC	1,9aB	0,4cC	0,1cC	0,8	1,1aC	0,6bC	0,8
Média	3,4	2,5	1,6	1,1	2,1	2,7	1,6	2,1
C333B ⁽³⁾								
0-21	1,0aC	0,4bC	0,3bC	0,2bC	0,5	0,5aC	0,5aC	0,5
21-42	5,7aA	2,5bA	2,0cA	1,9cA	3,0	3,9aA	2,1bA	3,2
42-64	2,7aB	1,9bB	1,3cB	0,6dB	1,6	2,3aB	1,0bB	1,6
Média	3,1	1,6	1,2	0,9	1,7	2,2	1,2	1,7

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada híbrido e variável analisada, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾Médias de quatro densidades de semeadura. ⁽³⁾Médias de dois níveis de desfolha.

queno, possivelmente em função do baixo poder de dreno da inflorescência e da competição por fotoassimilados exercida por outras estruturas da planta, tais como folhas e colmos, as quais continuaram ganhando matéria seca nos primeiros dias após a fertilização (Figuras 2 e 3).

As taxas de acúmulo de matéria seca nos grãos do C333B entre 42 e 64 dias após a antese foram significativamente superiores às observadas neste híbrido nas primeiras três semanas de enchimento, independentemente da relação existente entre fonte e dreno (Tabela 2). Por outro lado, no P32R21 os valores obtidos no início do enchimento dos grãos foram sempre superiores aos registrados entre os 42 e 64 dias após a antese. Esses dados reforçam a hipótese de que o híbrido tardio exigiu maior número de unidades de calor para alcançar a maturação fisiológica dos grãos, o que contraria as afirmações de Gerage (1991) e Fornasieri (1992) de que as diferenças fenológicas existentes entre híbridos de milho de exigências térmicas contrastantes para o florescimento são pequenas na fase de enchimento dos grãos. A duração do período total de enchimento, estimada a partir dos pontos de máxima das funções obtidas para os híbridos, corrobora esta hipótese, pois os valores obtidos no híbrido tardio sempre foram maiores do que os estimados no superprecoce, independentemente da densidade de semeadura e da desfolha (Tabela 3).

Tabela 3. Efeitos da densidade de semeadura (média dos tratamentos sem desfolha e com desfolha) e da desfolha (médias de quatro densidades de semeadura) sobre a duração (dias) do período de enchimento de grãos dos híbridos de milho P32R21 (superprecoce) e C333B (tardio). Lages, SC, 1999/2000.

Tratamento	P32R21	C333B	Média
Densidade (planta/ha)			
25.000	54,8	61,6	58,2
50.000	56,2	69,8	63,0
75.000	53,6	62,6	58,1
100.000	52,1	57,9	55,0
Média	54,2	63,0	58,6
Desfolha			
Sem	56,8	62,2	59,5
Com	54,2	59,5	56,8
Média	55,5	60,8	58,1

A matéria seca final acumulada nos grãos de milho depende diretamente das taxas diárias de acúmulo e da duração do período de enchimento dos grãos. Ambas as características são influenciadas pelas relações existentes entre fonte e dreno. As restrições impostas à cultura pela desfolha reduziram as taxas de acúmulo de matéria seca nos grãos do híbrido superprecoce nos três subperíodos avaliados (Tabela 2). Já no híbrido tardio, a taxa de acúmulo de matéria seca nos grãos não foi afetada pela desfolha nos primeiros 21 dias após a fertilização, provavelmente em razão da baixa capacidade de dreno da inflorescência feminina em relação à área foliar da cultura neste período. Em ambos os híbridos, a desfolha reduziu a duração do período de enchimento dos grãos (Tabela 3), fato também reportado por Barnett & Pearce (1983), Fancelli (1988) e Uhart & Andrade (1995).

Conclusões

1. Híbridos de milho com exigências térmicas contrastantes para pendoarem diferem nas taxas de acúmulo de matéria seca e na duração do período de enchimento dos grãos.

2. Híbridos superprecoces apresentam melhor equilíbrio entre fonte e demanda, alocando maior quantidade de matéria seca nos grãos, com menor quantidade de área foliar, em regiões de clima subtropical.

3. Híbridos tardios apresentam dreno fraco e senescência foliar mais lenta durante o enchimento dos grãos quando cultivados em regiões de curta estação estival de crescimento.

Referências

- ALMEIDA, M. L.; MEROTTO JÚNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F. 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*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 23-29, jan. 2000.
- ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 179-183, set. 1996.

- BARNETT, K. H.; PEARCE, R. B. Source sink ratio alteration and its effect on physiological parameters in maize. **Crop Science**, Madison, v. 23, n. 2, p. 294-299, Mar. 1983.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (Passo Fundo, RS). **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Embrapa-CNPT, 1995. 223 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 1999. 412 p.
- FANCELLI, A. L. Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para alto rendimento. In: SANDINI, I.; FANCELLI, A. L. (Ed.). **Milho: estratégias de manejo para a região Sul**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000. p. 103-116.
- FANCELLI, A. L. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e sementes de milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba: Esalq, 1988. 172 p. Tese de Doutorado.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.
- FISCHER, K. S.; PALMER, A. F. E. Tropical maize. In: GOLSDWORTHY, P. R.; FISHER, N. M. (Ed.). **The physiology of tropical field crops**. New York: J. Wiley, 1984. p. 213-248.
- FORNASIERI, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 1992. 273 p.
- GERAGE, A. C. Cultivares. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (Londrina, PR). **A cultura do milho no Paraná**. Londrina, 1991. p. 72-82.
- MUNDSTOCK, C. M.; SILVA, P. R. F. da. **Manejo da cultura do milho**. Porto Alegre: UFRGS, 1989. 76 p.
- RAJCAN, I.; TOLLENAAR, M. Source:sink ratio and leaf senescence in maize. I. Dry matter accumulation and partitioning during grain filling. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 60, p. 245-253, 1999.
- RECOMENDAÇÕES técnicas para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Fepagro/Emater/Fecotriga, 1998. 148 p. (Boletim Técnico, 5).
- RUGET, F. Contribution of storage reserves during grain filling of maize in northern European conditions. **Maydica**, Bergamo, v. 38, p. 51-59, 1993.
- SALVADOR, R. J.; PEARCE, R. B. Proposed standard system of nomenclature for maize grain filling events and concepts. **Maydica**, Bergamo, v. 40, n. 1, p. 141-146, 1995.
- SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 159-168, Jan. 2001.
- SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; LECH, V. A.; GRACIETTI, L. C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 271-276, 2001.
- SANGOI, L.; SALVADOR, R. J. Influence of plant height and leaf number on maize production. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 297-306, mar. 1998.
- TOLLENAAR, M. Is low plant density a stress in maize? **Maydica**, Bergamo, v. 37, p. 305-311, 1992.
- TOLLENAAR, M. Sink:source relationships during reproductive development in maize: a review. **Maydica**, Bergamo, v. 22, n. 1, p. 49-75, 1977.
- TOLLENAAR, M.; McCULLOUGH, D. E.; DWYER, L. M. Physiological basis of the genetic improvement of corn. In: SLAFER, G. A. (Ed.). **Genetic improvement of field crops**. New York: M. Dekker, 1994. p. 183-236.
- 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**, Madison, v. 35, p. 183-190, 1995.
- WESTGATE, M. E.; FORCELLA, F.; REICOSKY, D. D.; SOMSEN, J. Rapid canopy closure for maize production in the northern US corn belt: radiation use efficiency and grain yield. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 49, n. 2, p. 249-258, Mar. 1997.