

ACÚMULO DE MATÉRIA SECA EM TRÊS HÍBRIDOS DE MILHO NO PERÍODO DE FORMAÇÃO DOS GRÃOS¹

LEVI R.M. RAMOS² e CLÁUDIO M. MUNDSTOCK³

RESUMO - Instalou-se, no município de Guaíba, RS, no ano agrícola 77/78, um ensaio onde se determinou o acúmulo de matéria seca nas folhas, na palha da espiga, no colmo e na espiga de três híbridos de milho (*Zea mays*, L.): Agrocères 28, Pioneer X 307 e SAVE 231. Todos os híbridos apresentaram o mesmo comportamento, quase duplicando a quantidade de matéria seca neste período. A matéria seca produzida se acumulou durante as duas primeiras semanas no colmo e palha de espiga e, posteriormente, de modo particular na espiga. Ocorreram decréscimos na matéria seca das partes vegetativas, no período entre o espigamento e a maturação fisiológica, em decorrência de diminuições verificadas principalmente no peso seco do colmo e das folhas.

Termos para indexação: *Zea mays* L., espigamento, maturação, fonte, demanda, fatores limitantes.

DRY MATTER ACCUMULATION DURING THE GRAIN-FILLING PERIOD IN THREE MAIZE HYBRIDS

ABSTRACT - An experiment was carried out at Guaíba, RS, Brazil, during the agricultural year of 1977/78 to determine the dry matter accumulation in the leaves, ear leaves, stalks, and ears of three maize (*Zea mays* L.) hybrids (Agrocères 28, Pioneer X 307 and SAVE 231). All of the hybrids showed the same behaviour, almost duplicating the dry matter quantity in that period. The dry matter was accumulated in the stalk and in the ear husk during the two first weeks and, later, mainly in the ear. Decreases in the dry matter of the aerial parts occurred between the grain-filling period and the physiological maturation as a consequence of the weight decrease in the stalks and leaves.

Index terms: *Zea mays* L., grain-filling, maturation, source, sink, limiting factors.

INTRODUÇÃO

O conhecimento dos fatores que limitam o aumento de rendimento de uma cultura é fundamental para que novos incrementos sejam conseguidos.

Segundo Tanaka (1972), é básico saber se o fator limitante é a fonte, ou se é a demanda.

Fonte são os locais de produção de matéria seca, e demanda são os locais que acumulam a matéria seca produzida na fonte.

Na cultura do milho, fonte são principalmente as folhas, e demanda, após o espigamento, são os grãos.

O estudo da variação de matéria seca no período de formação dos grãos pode ajudar a identificar

o fator ou os fatores que limitam a produção de grãos nesta região. A partir desta identificação, pode-se determinar se estudos devem ser dirigidos no aumento da quantidade de glicídios (fonte) ou no aumento do número de grãos (demanda).

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado na Estação Experimental Agrônômica da UFRS, localizada no município de Guaíba, RS, em 1977/78, em solo da série Arroio dos Ratos.

Foram semeados três híbridos duplos de milho: Agrocères 28 (Sementes Agrocères S.A.), SAVE 231 (Secretaria da Agricultura, RS) e Pioneer X 307 (Proagro-Pioneer). Fêz-se a análise de variância dos caracteres usando-se o delineamento de parcelas subdivididas. As parcelas principais eram os híbridos, e as subparcelas, as datas de amostragens. Para a comparação entre médias, aplicou-se o teste de Duncan 5%. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela constava de cinco linhas distanciadas de 1 m e com 7 m de comprimento. A população constou de 50.000 plantas por hectare.

Foram coletadas, semanalmente, quatro plantas por parcela, no período entre o espigamento e a maturação

¹ Aceito para publicação em 25 de outubro de 1985. Parte da tese de Mestrado em Agronomia, Faculdade de Agronomia, UFRS.

² Eng. - Agr., Centro de Ciências Agrárias - UFSC -, Caixa Postal 476, CEP 88000 Florianópolis, SC.

³ Eng. - Agr., Prof., Dep. de Fitot. - UFRS -, CEP 90000 Porto Alegre, RS.

fisiológica. As plantas coletadas no campo eram levadas para o laboratório, e o entrenó do colmo acima da espiga superior era separado do resto da planta, e a epiderme era removida. Com o auxílio de um espremedor coletavam-se algumas gotas da seiva, que eram colocadas num refratômetro de mão, e determinava-se o teor de sólidos solúveis (percentagem de brix). As plantas eram colocadas em uma estufa à temperatura de 60°C, por um período de duas semanas. A seguir, eram separados o colmo, as folhas, a espiga, e a palha da espiga, que eram pesados.

RESULTADOS

Sólidos solúveis do colmo

O híbrido SAVE 231 apresentou um teor de sólidos solúveis maior (11,3%) do que os híbridos Pioneer X 307 (10,4%) e Agrocerees 28 (9,7%) (Tabela 1)). Os três híbridos, no período entre o espigamento e a maturação fisiológica, aumentaram o teor durante a primeira semana após o espigamento, diminuindo progressivamente até o final do ciclo (Tabela 1).

Peso seco do colmo

Os híbridos SAVE 231 e Agrocerees 28 tiveram maior peso do colmo do que o híbrido Pioneer X 307, com, respectivamente, 70, 65 e 55 g para os três híbridos (Tabela 2). Os híbridos, no período entre o espigamento e a maturação fisiológica, tiveram um aumento inicial no peso, durante a primeira semana, diminuindo na segunda semana. Após estas variações iniciais, o peso estabilizou-se até o final do ciclo (Tabela 2).

Peso seco das folhas

Os híbridos não se diferenciaram quanto ao peso médio das folhas (Tabela 3). Durante o período entre o espigamento e a maturação fisiológica ocorreu uma diminuição no peso das folhas, especialmente nas três primeiras semanas (Tabela 3).

Peso seco da palha da espiga

O híbrido SAVE 231 apresentou maior peso do que os híbridos Agrocerees 28 e Pioneer X 307 (Tabela 4). Os híbridos se comportaram de maneira distinta no período de amostragem. O híbrido Pioneer X 307 aumentou o peso até aproximadamente 21 dias após o espigamento, e depois decresceu. Os híbridos SAVE 231 e Agrocerees 28 aumentaram o peso até 28 dias depois do espigamento, mantendo-o estável até o final do ciclo (Tabela 4).

Peso seco da espiga

Os híbridos Pioneer X 307 e Agrocerees 28 apresentaram maior peso do que o híbrido SAVE 231 (Tabela 5). Os híbridos tiveram um pequeno aumento de peso durante a primeira semana, sendo que os aumentos foram maiores nas semanas seguintes, até a última data de amostragem. O aumento foi mais lento no híbrido SAVE 231 (Tabela 5).

Peso seco da parte vegetativa e peso seco total

O peso seco da parte vegetativa foi superior nos híbridos SAVE 231 e Agrocerees 28 (Tabela 6). Durante o período de amostragem, os híbridos diminuíram de peso durante a segunda semana

TABELA 1. Sólidos solúveis (percentagem de brix) do colmo de três híbridos, no período compreendido entre o espigamento e a maturação fisiológica, EEA, UFRS, 1977/78.

Híbridos	Dias após o espigamento							Médias
	0	7	14	21	28	42	56	
Pioneer X 307	10.2	11.8	11.9	11.1	9.2	9.8	8.4	b 10.4
SAVE 231	10.4	13.0	11.8	10.8	11.8	11.3	9.7	a 11.3
Agrocerees 28	9.4	11.5	11.1	9.7	10.2	8.7	7.1	b 9.7
Média	10.0* b	12.1a	11.6a	10.5b	10.4b	10.0b	8.4c	

* Médias analisadas no sentido horizontal, seguidas da mesma letra, e médias analisadas no sentido vertical, antecedidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

após o espigamento e posteriormente estabilizaram-se até o final do ciclo (Tabela 6).

Em relação ao peso seco total, não ocorreram

diferenças significativas entre os híbridos (Tabela 7), e durante o período estudado os híbridos aumentaram progressivamente de peso (Tabela 7).

TABELA 2. Peso seco do colmo (g) de três híbridos, no período compreendido entre o espigamento e a maturação fisiológica, EEA, UFRS, 1977/78.

Híbridos	Dias após o espigamento							Médias
	0	7	14	21	28	42	56	
Pioneer X 307	60*	64	55	54	31	51	50	b 55
SAVE 231	78	77	59	68	72	64	75	a 70
Agrocerees 28	73	75	56	63	60	61	69	a 65
Média	70 ab	72 a	57 b	62 b	61 b	59 b	65 b	

* Médias analisadas no sentido horizontal, seguidas da mesma letra, e médias analisadas no sentido vertical, antecedidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

TABELA 3. Peso seco das folhas (g) de três híbridos, no período compreendido entre o espigamento e a maturação fisiológica, EEA, UFRS, 1977/78.

Híbridos	Dias após o espigamento							Médias
	0	7	14	21	28	42	56	
Pioneer X 307	69	65	56	53	55	58	45	a 57
SAVE 231	79	78	67	62	69	58	60	a 67
Agrocerees 28	76	78	63	57	66	63	59	a 66
Média	75 a*	74 a	62 b	57 b	64 b	60 b	55 b	

* Médias analisadas no sentido horizontal, seguidas da mesma letra, e médias analisadas no sentido vertical, antecedidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

TABELA 4. Peso seco da palha da espiga (g) de três híbridos, no período compreendido entre o espigamento e a maturação fisiológica, EEA, UFRS, 1977/78.

Híbridos	Dias após o espigamento							Média
	0	7	14	21	28	42	56	
Pioneer X 307	a 10 d*	a 17 bc	a 15 cd	a 23 a	a 20 abc	a 20 abc	b 17 bc	b 17
SAVE 231	a 9 c	a 12 c	a 13 c	a 20 b	b 27 a	a 21 b	a 29 a	a 19
Agrocerees 28	a 8 c	a 12 bc	a 15 ab	b 15 ab	a 19 a	a 20 a	b 20 a	b 16
Médias	9 c	14 b	14 b	19 a	22 a	20 a	22 a	

* Médias analisadas no sentido horizontal, seguidas da mesma letra, e médias analisadas no sentido vertical, antecedidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

TABELA 5. Peso seco da espiga (g) de três híbridos, no período compreendido entre o espigamento e a maturação fisiológica, EEA, UFRS, 1977/78.

Híbridos	Dias após o espigamento							Média
	0	7	14	21	28	42	56	
Pioneer X 307	a 8 d*	a 9 d	a 42 c	a 89 b	a 105 b	a 170 a	ab 165 a	a 84
SAVE 231	a 2 f	a 9 f	a 36 e	a 59 d	a 94 c	b 118 b	a 118 b	b 69
Agrocerec 28	a 3 f	a 11 f	a 36 e	a 56 d	a 101 c	a 157 b	a 181 a	a 78
Médias	4 f	9 f	38 e	68 d	100 c	148 b	169 a	

* Médias analisadas no sentido horizontal, seguidas da mesma letra, e médias analisadas no sentido vertical, antecedidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

TABELA 6. Peso seco da parte vegetativa (g) de três híbridos, no período compreendido entre o espigamento e a maturação fisiológica, EEA UFRS, 1977/78.

Híbridos	Dias após o espigamento							Média
	0	7	14	21	28	42	56	
Pioneer X 307	146	152	130	134	129	131	111	b 133
SAVE 231	171	167	143	153	172	145	167	a 160
Agrocerec 28	164	172	138	139	149	148	151	a 151
Médias	160 a*	163 a	137 c	142 abc	150 abc	141 bc	149 abc	

* Médias analisadas no sentido horizontal, seguidas da mesma letra, e médias analisadas no sentido vertical, antecedidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

TABELA 7. Peso seco total (g) de três híbridos, no período compreendido entre o espigamento e a maturação fisiológica, EEA, UFRS, 1977/78.

Híbridos	Dias após o espigamento							Média
	0	7	14	21	28	42	56	
Pioneer X 307	154	160	173	223	234	301	276	a 217
SAVE 231	173	175	179	213	266	264	328	a 228
Agrocerec 28	167	183	174	196	250	308	330	a 229
Média	165 d	172 d	175 d	210 c	250 b	290 a	311 a	

* Médias analisadas no sentido horizontal, seguidas da mesma letra, e médias analisadas no sentido vertical, antecedidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

DISCUSSÃO

Na planta de milho, após o espigamento ocorre uma diminuição ou paralisação do crescimento ve-

getativo, e tem início o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos. Os glicídios formados a partir desta fase vão ser utilizados principalmente na formação dos grãos. Observa-se que o peso seco da

planta quase duplica até a maturação fisiológica (Tabela 7).

Este aumento foi devido aos aumentos ocorridos principalmente no peso seco da espiga. Esta apresenta um pequeno aumento durante as primeiras semanas após o espigamento (Koller 1972, Tanaka & Yamaguchi 1972) e posteriormente apresenta uma fase linear de aumento, e este também foi o padrão apresentado pelos genótipos em estudo (Tabela 5). Paralelamente a este aumento, a palha que envolve a espiga aumentou de peso durante as primeiras três a quatro semanas e depois estabilizou-se ou decresceu (Tabela 4), dependendo do genótipo (Koller 1972, Tanaka & Yamaguchi 1972).

Os híbridos Agrocere 28 e SAVE 231 estabilizaram o peso, e o híbrido Pioneer X 307 teve um pequeno decréscimo. Por outro lado, o peso seco da parte vegetativa teve um decréscimo no período entre o espigamento e a maturação fisiológica (Tabela 6). Este decréscimo também foi observado por Adelana & Milbourn (1972), Tanaka & Yamaguchi (1972) e Koller (1972). O decréscimo foi devido à diminuição ocorrida no peso seco do colmo e das folhas (Tabelas 2 e 3).

Ocorreu senescência e queda de folhas mais velhas, porque estas diminuem a taxa de fotossíntese e apresentam baixos teores de nitrogênio e fósforo (Tanaka & Yamaguchi 1972).

O decréscimo no peso seco do colmo atribui-se à translocação de glicídios estocados nos mesmos para os grãos (Daynard et al. 1969, Hume & Campbell 1972, Tanaka & Yamaguchi 1972). Tem sido sugerido que quando a produção de glicídios é superior às necessidades da planta, o excesso é acumulado no colmo; por outro lado, quando este é inferior, ocorre translocação. Paralelamente, observou-se que ocorreu um decréscimo no teor de sólidos solúveis do colmo (Tabela 1), o que mostra ter ocorrido translocação de glicídios.

Durante a primeira semana após o espigamento, ocorreu um aumento no peso seco da parte vegetativa, pois é o período de pequena demanda dos grãos, e o excesso de glicídios produzido é estocado no colmo (Daynard et al. 1969, Hume & Campbell 1972) e outros órgãos vegetativos. Este acúmulo foi observado nos aumentos ocorridos no peso seco do colmo e no teor de sólidos solúveis (Tabe-

las 1 e 2).

Após esta fase, ocorreu um decréscimo no peso seco dos órgãos vegetativos (Tabela 6). Sugere-se que o decréscimo se deveu ao fato de a demanda dos grãos ser superior à produção de glicídios disponíveis para os mesmos.

A partir da segunda semana após o espigamento, a matéria seca das partes vegetativas tendeu a aumentar, em todos os híbridos. Isto ocorreu provavelmente em decorrência do acamamento e quebra de plantas nesta ocasião. As plantas coletadas a partir deste período foram as que permaneceram eretas e, conseqüentemente, receberam maior quantidade de radiação, produzindo maior taxa de fotossíntese e maior quantidade de glicídios. Logo, a quantidade de glicídios produzidos foi superior à demanda dos grãos, e o excesso foi translocado aos órgãos vegetativos, principalmente para o colmo e para a palha da espiga (Tabelas 2 e 4).

No final do período, ocorreu novamente um decréscimo no peso seco das partes vegetativas, que foi devido à queda de folhas e aos decréscimos no peso seco do colmo (Tabela 6). Esta remobilização final do colmo e das folhas sugere que a capacidade fotossintética diminuiu, não suprimindo as necessidades dos grãos. No entanto, a remobilização de glicídios do colmo não foi tão grande, o que sugere que a demanda dos grãos não é suficientemente grande, ou o colmo é uma demanda, que compete com a espiga pelo material disponível.

CONCLUSÕES

1. Após o espigamento, a planta de milho quase paralisa seu crescimento vegetativo. Somente as folhas que recobrem a espiga continuam seu crescimento por cerca de três a quatro semanas, dependendo do genótipo.

2. A espiga é o local de maior demanda de glicídios. A maior parte dos produtos elaborados no período são translocados para ela e também alguns nutrientes acumulados antes da polinização.

3. A presença da espiga e o seu poder de demanda determinam a quantidade de glicídios a serem produzidos.

4. O colmo é um local de demanda secundário, interrelacionado com a demanda principal, que é a espiga.

5. O acúmulo inicial de glicídios do colmo dá-se em face da baixa demanda da espiga. Para o final do ciclo, aparentemente parte dos glicídios são utilizados na formação dos grãos.

6. O restante dos glicídios disponíveis acumulados no colmo não é utilizado no crescimento dos grãos, seja pela baixa demanda dos mesmos, seja pelo contínuo suprimento pelas folhas.

7. Os dados obtidos não permitem caracterizar qual dos fatores acima citados é o mais limitante à produção de grãos.

REFERÊNCIAS

- ADELANA, B.O. & MILBOURN, G.M. The growth of maize. II. Dry-matter partition in three maize hybrids. *J. Agric. Sci.*, 78:73-8, 1972.
- DAYNARD, T.B.; TANNER, J.W. & HUME, D.J. Contribution of stalk soluble carbohydrates to grain yield in corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.*, 9:473-6, 1969.
- HUME, D.J. & CAMPBELL, D.K. Accumulation and translocation of soluble solids in corn stalks. *Can. J. Plant Sci.*, 52:363-8, 1972.
- KOLLER, O.L. *Maturação fisiológica e variações da matéria seca e umidade, durante o período de formação dos grãos em seis cultivares de milho.* Porto Alegre, UFRS. Fac. Agron., 1972. 138p. Tese Mestrado - Fitotecnia.
- TANAKA, A. The relative importance of the source and the sink as the yield-limiting factors of rice. s.l., Taiwan Food Fertil. Technol. Center, 1972. 18p. (Technical Bulletin, 6).
- TANAKA, A. & YAMAGUCHI, J. Dry matter production yield components and grain yield of the maize plant. *J. Fac. Agric. Hokkaido Univ.*, 57:70-132, 1972.