

EVOLUÇÃO DA ÁREA FOLIAR E DURAÇÃO DO PERÍODO DE FORMAÇÃO DOS GRÃOS DE TRÊS HÍBRIDOS DE MILHO EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA¹

VALTER CAUBY ENDRES² e CLAUDIO MARIO MUNDSTOCK³

RESUMO - Um experimento de campo foi realizado na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, em Guaíba, RS, com o objetivo de comparar o efeito das condições de temperatura e radiação ocorrentes em diferentes épocas de semeadura, sobre a área foliar do milho (*Zea mays* L.) Utilizaram-se três híbridos de milho (Pioneer 6872, Cargill 408 e Agrocerec 28C), semeados em duas épocas (08.10.84 e 11.01.85). Foram determinados o número de folhas, a área foliar integrada durante o período de enchimento de grãos, e a duração (dias) dos períodos emergência-espigamento e espigamento-maturação fisiológica. Com o atraso da época de semeadura (outubro a janeiro), foi reduzida a duração do período vegetativo. O enchimento de grãos da primeira época (outubro) coincidiu com maiores valores de radiação solar e de temperatura do ar do que na segunda época. Estes fatores contribuíram para que na última época houvesse uma pequena redução na duração do período de enchimento de grãos, indistintamente do híbrido, mas não afetaram o número de folhas por planta nem a área foliar integrada no período. As duas últimas características tiveram menores valores no híbrido de ciclo mais curto.

Termos para indexação: temperatura, radiação, *Zea mays*.

LEAF AREA EVOLUTION AND GRAIN FILLING PERIOD DURATION OF THREE MAIZE HYBRIDS ON TWO SEEDING DATES

ABSTRACT - An experiment was carried out at the UFRGS Agronomy Experimental Station in Guaíba, RS, Brazil, in order to compare the effects of temperature and radiation conditions occurring on two seeding dates on maize leaf area evolution. Three maize hybrids (*Zea mays* L.) (Pioneer 6872, Cargill 408, and Agrocerec 28C) were sown on two seeding dates (Oct. 8, 1984, and Jan. 11, 1985). The number of days from emergence to silking and silking to physiological maturity were recorded as well as the grain-filling period. To the extent that seeding date was delayed, the vegetative period was reduced. From silking to maturity, solar radiation and air temperature were higher at the October sowing and the lower values at the second date contributed to a small reduction in the duration of the grain-filling period, independently of the hybrid. The integrated and per plant leaf area were smaller for the early hybrid and were not affected by the seeding date.

Index terms: maize, temperature, radiation, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

A capacidade da planta em produzir matéria seca está associada com a quantidade de energia luminosa disponível e de sua capacidade intrínseca de aproveitamento desta energia (Eastin 1967).

Nas regiões de média a alta latitude são encontradas variações na radiação solar incidente e temperatura do ar conforme a época de semeadura. Em semeaduras que fazem coincidir o desenvolvimento das plantas com período de reduzida disponibilidade de energia luminosa, estas tendem a aumentar a área foliar (Hunter 1980).

A radiação solar global é um dos fatores ambientais que determina atividade fotossintética, sendo observado que a produção de milho decresce marcadamente em condições de redução da energia solar, e é incrementada em condições de enriquecimento da luz (Knipmeyer et al. 1982, Early et al. 1967, Pendleton et al. 1967, Mackinnon 1979, Jong et al. 1982). Esta situação é crítica durante o período de florescimento, uma vez que a radiação solar é fator determinante da continuidade do crescimento da espiga (Tollenaar & Daynard 1978, Frey 1981). Existe um mecanismo de compensação que se faz necessário para o máximo aproveitamento da disponibilidade de radiação, pois ocorre uma relação linear entre a duração da área foliar após a antese e a produção de grãos de milho. Isto é mostrado por trabalhos que indicam que a redução na área foliar após a antese, em geral, leva a uma redução no rendimento de grãos (Eik & Hanway 1965, Early et al. 1967 e Remison 1982). A área foliar do milho atinge seu máximo desenvolvimento no estágio de florescimento, e a partir daí diminui gradativamente, por processos de

¹ Aceito para publicação em 9 de setembro de 1988.

Parte da tese do primeiro autor com um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/UEPAE de Dourados, Caixa Postal 661, CEP 79800, Dourados, MS.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Prof.-Titular, Fac. de Agron. da UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 90001, Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

envelhecimento e senescência. O envelhecimento é um processo natural de maturidade, com a passagem do tempo; já a senescência foliar, em contraste, refere-se a um processo deteriorativo acelerado, que resulta na morte da planta (Tollenaar & Daynard 1982, Thimann 1983).

A natureza dos eventos deteriorativos que desencadeiam a senescência foliar pode diferir grandemente entre ambientes e genótipos. No milho, a senescência foliar pode ocorrer mesmo em boas condições hídricas (Tollenaar & Daynard 1978).

A maturação de uma área foliar suficientemente desenvolvida no período de formação dos grãos permite o máximo aproveitamento da luminosidade disponível, propiciando a acumulação de reservas. No entanto, nem sempre existe associação entre a taxa fotossintética e a taxa de acúmulo de matéria seca nos grãos. Quando, por deficiência de radiação ou temperatura, a taxa de assimilação estiver abaixo de um valor mínimo necessário para a manutenção do processo de enchimento dos grãos, estes podem ser providos pela translocação de reservas de outras partes da planta, especialmente do colmo (Duncan et al. 1965, Eastin 1969 e Jain 1971).

Este experimento teve por objetivo determinar a influência de fatores ambientais ocorrentes em diferentes épocas de semeadura sobre a evolução da área foliar e duração do período vegetativo e de enchimento de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (região fisiográfica da Depressão Central), no município de Guafba, RS, durante o ano agrícola 1984/1985, em solo da unidade de mapeamento São Jerônimo.

Os tratamentos foram duas épocas de semeadura (8 de outubro de 1984 a 11 de janeiro de 1985) e três cultivares híbridas de milho (Agrocere 28C e Cargill 408, ambas de ciclo tardio e Pioneer 6872, de ciclo médio).

A escolha da primeira época de semeadura foi determinada por aquela que oferecesse à cultura do milho as maiores disponibilidades dos fatores ambientais não controláveis (radiação solar e temperatura) no período de formação de grãos de milho (Época 1). Já a segunda época foi ajustada de modo a oferecer baixos níveis dos fatores ambientais não controláveis, no período de formação dos grãos de milho (Época 2).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo as épocas de semeadura as parcelas principais, e as cultivares, as subparcelas.

Nas duas épocas, a densidade de semeadura foi de 50.000 plantas por hectare; fez-se o controle de plantas daninhas, e suplementação hídrica através de irrigação por aspersão.

Por ocasião da antese, contou-se o número de folhas e mediu-se a área foliar de cinco plantas, utilizando-se para cada folha a multiplicação do comprimento x largura máxima x 0,75. A cada cinco dias, entre a antese e a formação da camada preta, realizou-se a contagem das folhas senescentes (considerou-se folha senescente aquela que apresentava área morta superior 50%), e as suas áreas eram descontadas da área foliar da planta. Para o cálculo da duração da área foliar, integrou-se, pelo método gráfico, a área foliar existente no período compreendido entre a antese e a formação da camada preta dos grãos. No valor de área obtido aplicou-se a análise estatística.

As observações meteorológicas compreendidas entre 1º de dezembro de 1984 e 31 de maio de 1985, cobrindo os períodos vegetativo e reprodutivo das plantas correspondentes às duas épocas de semeadura, foram obtidos no posto meteorológico da EEA - UFRGS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma característica observável em estudos de época de semeadura é a alteração da duração das diferentes fases do desenvolvimento da planta. Estas modificações têm sido associadas a variações de temperatura, fotoperíodo e quantidade de radiação recebida em cada um dos subperíodos de desenvolvimento.

O período vegetativo (emergência/espigamento) apresentou uma redução na sua duração na ordem de 17 dias (77 para 60 dias) entre as épocas de semeadura (Tabela 1), tendo as cultivares Cargill 408 e Agrocere 28C apresentado o maior período em ambas as épocas. O efeito dependeu do genótipo utilizado, e isto foi indicado pela interação ocorrida.

A duração do período reprodutivo (espigamento/maturação fisiológica), compreendendo a fase de formação dos grãos de milho, variou entre épocas (Tabela 1), reduzindo-se de 48 para 45 dias, não se observando diferenças entre as cultivares, neste aspecto.

No período correspondente ao enchimento de grãos, uma comparação entre as épocas de semeadura mostrou que na época 1 houve 34% mais de radiação solar global que na época 2. A radiação solar média observada na primeira época foi de 527 cal.cm⁻².dia⁻¹, apresentando uma amplitude de 153 - cal.cm⁻².dia⁻¹ (29%) entre o espigamento da cultivar Pioneer 6872 e a maturação fisiológica da cultivar Cargill 408 (Fig. 1). Na época 2, a média da radiação foi de 348 cal.cm⁻².dia⁻¹, com amplitude de 138 - cal.cm⁻².dia⁻¹ (39,6%) entre o espigamento da cultivar Pioneer 6872 e a maturação fisiológica da cultivar Cargill 408 (Fig. 1). Estas reduções observadas na radiação e também na temperatura do ar no período de formação dos grãos da primeira para a segunda

TABELA 1. Duração, em dias, do período vegetativo (emergência/espigamento) em duas épocas de semeadura e do período reprodutivo (espigamento/maturação fisiológica) na média de duas épocas de semeadura de três cultivares de milho. EEA-UFRGS, Guaíba, RS, 1984/85.

Tratamento	Período vegetativo			Período reprodutivo
	Época 1	Época 2	Média	
Agrocères 28C	A 79 b	B 63 a	71 b	45 a
Cargill 408	A 83 a	B 64 a	73 a	46 a
Pioneer 6872	A 69 c	B 53 b	61 c	48 a
Época 1	77 a	-	-	48 a
Época 2	-	60 b	-	45 b

- Médias seguidas de mesma letra na coluna (minúsculas) ou na linha (maiúsculas) não apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

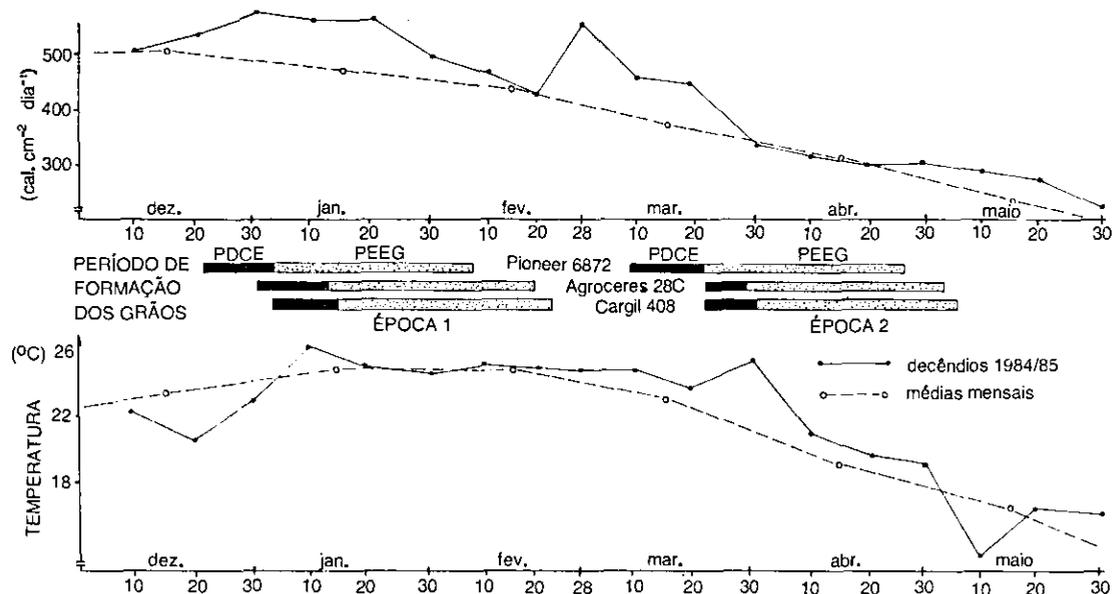


FIG. 1. Radiação solar global (Rs) e temperatura média do ar, de dezembro a maio de 1984/85 (média de decêndios), e médias mensais de 1986 - 1987, no período de formação de grãos de três cultivares de milho, em duas épocas de semeadura. EEA - UFRGS, Guaíba, RS, 1984/1985.

época de semeadura estiveram associadas com diminuição de sua duração.

A área foliar das plantas de milho foi avaliada através do número de folhas por planta e pela área foliar integrada durante o período de formação de grãos. O número de folhas por planta apresentou diferença significativa entre as cultivares (Tabela 2). A cultivar Agrocères 28C apresentou maior número de folhas, seguida das cultivares Cargill 408 e Pione-

er 6872, as quais apresentaram, em média, 24, 23 e 20 folhas, respectivamente. O número de folhas por planta não variou em função das épocas de semeadura (Tabela 2).

O número de folhas por planta é um caráter que se encontra associado com a duração do fotoperíodo e também com a duração do período entre a emergência das plantas e a diferenciação do pendão (Eik & Hanway 1965, Chase & Nanda 1967, Hunter et al.

TABELA 2. Número de folhas por planta e área foliar integrada (dm^2) no período de 48 dias após a antese, de três cultivares de milho em duas épocas de semeadura. EEA-UFRGS, Guaíba, RS, 1984/85.

Tratamentos	Nº de folhas por planta	Área foliar integrada
Agroceres 28C	24 a	3598 a
Cargill 408	23 b	3518 a
Pioneer 6872	20 c	3122 b
Época 1	23 NS	3378 NS
Época 2	22 NS	3447 NS

- Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.
- NS = Não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

1974, Warrington & Kanemasu 1983). Neste trabalho, a diferença entre épocas, na magnitude do fotoperíodo (apenas 26 minutos), aparentemente não foi suficiente para propiciar a redução do número de folhas.

A redução da etapa vegetativa na segunda época de semeadura e a progressiva diminuição da radiação solar (Fig. 1) não foram suficientes para levar as plantas a modificarem o desenvolvimento da área foliar.

A área foliar em si é uma representação do número de folhas por planta e da dimensão das folhas. Observa-se (Fig. 2) que a área foliar das plantas de milho na época 1, por ocasião do espigamento, foi semelhante à área foliar da época 2.

A curva de duração da área foliar (Fig. 2) demonstra que na primeira época de semeadura ocorreu uma senescência foliar lenta e contínua, que se tornou drástica por ocasião da maturação fisiológica. Na segunda época de semeadura, observou-se uma estabilização da área foliar até muito próximo da maturação fisiológica, quando então ocorreu uma senescência acelerada. Este comportamento da área foliar foi semelhante entre as três cultivares analisadas.

O padrão acima descrito não pôde ser detectado quando foi feita a integração da área foliar, no período de 48 dias após a antese, pois não houve diferenças entre as épocas de semeadura (Tabela 2). Entre as cultivares, Agroceres 28C e Cargill 408 apresentaram área foliar maior do que a cultivar Pioneer 6872.

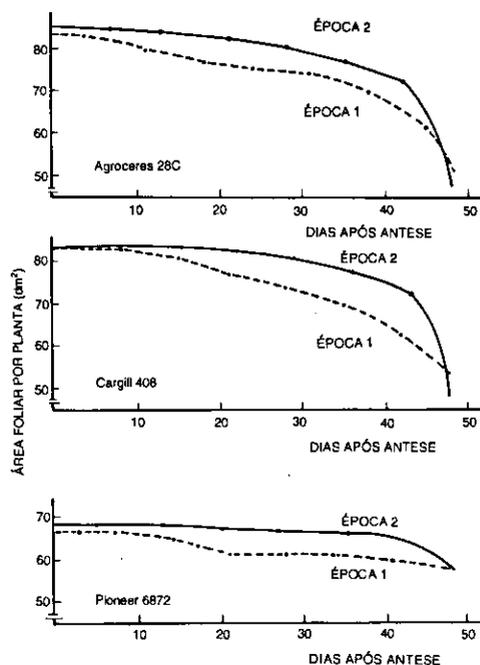


FIG. 2. Área foliar de três cultivares de milho, entre o espigamento e a maturação fisiológica, em duas épocas de semeadura. EEA - UFRGS, Guaíba, RS, 1984/1985.

taram área foliar maior do que a cultivar Pioneer 6872.

CONCLUSÕES

1. As cultivares diferenciam-se na duração do período vegetativo mas não no período de formação de grãos. Com o atraso da época de semeadura reduziram-se os dois subperíodos.

2. O número de folhas foi variável conforme a cultivar, sendo menor na de ciclo mais precoce. Esta característica não foi afetada pela época de semeadura.

3. As condições de radiação e temperatura foram diversas no período de formação dos grãos das cultivares nas duas épocas de semeadura e determinaram pequena variação no padrão de senescência das folhas, embora não afetando a área foliar integrada no período.

REFERÊNCIAS

- CHASE, S.S. & NANDA, D.K. Number of leaves and maturity classification in *Zea mays* L. *Crop Sci.*, 7:431-2, 1967.

- DUNCAN, W.G.; HATFIELD, A.L.; RAGLAND, J.L. The growth and yield of corn. II. Daily growth of corn kernels. *Agron. J.*, **57**:221-3, 1965.
- EARLY, E.B.; McILRATH, W.O.; SEIF, R.D.; HAGEMAN, R.H. Effects of shade applied at different stages of plant development on corn (*Zea mays* L.) production. *Crop Sci.*, **7**:151-6, 1967.
- EASTIN, J.A. Dry matter accumulation activities of plants; their relationships to potential productivity. In: _____. **Maximum crop yields; the challenge**. Madison American Society of Agronomy, 1967. p.1-19 (ASA Special Publication, 9).
- EASTIN, J.A. Leaf position and leaf function in corn-carbon-14 labeled photosynthate distribution in corn in relation to leaf position and leaf function. In: CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 24, SNT, 1969. p.81-2.
- EIK, K. & HANWAY, J.J. Some factors affecting development and longevity of leaves of corn. *Agron. J.*, **57**:7-12, 1965.
- FREY, N.M. Dry matter accumulation in kernels of maize. *Crop Sci.*, **21**:118-22, 1981.
- HUNTER, R.B. Increased leaf area (source) and yield of maize in short-season areas. *Crop Sci.*, **20**:571-4, 1980.
- HUNTER, R.B.; HUNT, L.A.; KANNENGER, L.W. Photoperiod and temperature effects on corn. *Can. J. Plant Sci.*, **54**:71-8, 1974.
- JAIN, T.C. Contribution of stem, laminae and ears to the dry-matter production of maize (*Zea mays* L.) after ear emergence. *Indian J. Agric. Sci.*, **41**(7):579-83, 1971.
- JONG, S.K.; BREWBAKER, J.L.; LEE, C.H. Effects of solar radiation on the performance of maize in 41 successive monthly planting in Hawaii. *Crop Sci.*, **22**:13-8, 1982.
- KNIPMEYER, J.W.; HAGEMAN, R.H.; EARLEY, E.B.; SEIF, R.D. Effect of light intensity on certain metabolites of the corn plant (*Zea mays* L.). *Crop Sci.*, **2**(1):1-5, 1962.
- MacKINNON, J.C. Energy allocation during growth of six maize hybrids in Nova Scotia. *Can. J. Plant Sci.*, **59**:667-77, 1979.
- PENDLETON, J.W.; EGLI, D.B.; PETERS, D.B. Response of *Zea mays* L. to "light rich" field environment. *Agron. J.*, **59**:395-7, 1967.
- REMISON, S.U. Time of leaf blade removal on the performance of maize. *Maydica*, **27**(2):123-33, 1982.
- THIMANN, K.V. **Senescence in plants**. Florida, CRC Press, 1983. 276p.
- TOLLENAAR, M. & DAYNARD, T.B. Relationship between assimilate source and reproductive sink in maize grown in short-season environment. *Agron. J.*, **70**:219-23, 1978.
- TOLLENAAR, M. & DAYNARD, T.B. Effect of source-sink ratio and dry matter accumulation and leaf senescence of maize. *Canadian J. Plant Sci.*, **62**:855-60, 1982.
- WARRINGTON, I.J. & KANEMASU, E.T. Corn growth response to temperature and photoperiod. III. Leaf number. *Agron. J.*, **75**:762-6, 1983.