

EFEITOS DA COMPETIÇÃO INTRA-ESPECÍFICA NO DESENVOLVIMENTO DAS INFLORESCÊNCIAS DE MILHO¹

HENRIQUE PEREIRA DOS SANTOS² e CLAUDIO MARIO MUNDSTOCK³

RESUMO - O experimento foi conduzido durante 1978/79, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), em Guaíba, RS, para estudar a influência da competição entre plantas sobre o desenvolvimento do pendão e das espigas de um híbrido de milho (*Zea mays* L.). O aumento da competição (10, 20, 40, 80 e 160.000 plantas/ha) antecipou a diferenciação do pendão (exceto na maior população de plantas), mas a diferenciação e desenvolvimento das espigas foram atrasados. O peso seco das três espigas superiores foi reduzido pela competição desde a diferenciação até o final do ciclo.

Termos para indexação: diferenciação do pendão e da espiga.

EFFECTS OF INTRASPECIFIC COMPETITION ON THE DEVELOPMENT OF A CORN HYBRID INFLORESCENCES

ABSTRACT - An experiment was conducted during 1978/79 at the Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS) Agronomy Experimental Station, in Guaíba, RS, Brazil, study the maize (*Zea mays* L.) ear and tassel development as affected by interplant competition. Increase in competition (10, 20, 40, 80 and 160.000 plants/ha) anticipated tassel differentiation (except at the highest population), but ear differentiation and development were delayed. The top three ears' dry weight was reduced by competition from the time of ear differentiation up to final harvest.

Index terms: differentiation of tassel and ear.

INTRODUÇÃO

As modificações das características agronômicas de uma planta de milho estão intimamente relacionadas com a competição intra-específica. A concorrência entre as plantas, aparentemente, não afeta a diferenciação do pendão até este período, em densidades de semeadura na faixa de 29.000 a 59.000 plantas/ha (Sass & Loeffel 1959 e Hanway & Russell 1969). A competição entre plantas, começa a se manifestar a partir da diferenciação das espigas, através do peso seco e menor desenvolvimento das espigas, com os acréscimos nas densidades de semeadura (Wilson & Allison 1978). Estudo conduzido, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), por Flesch (1978), revela que, na menor densidade de semeadura (10.000 plantas/ha)

nove gemas axilares diferenciaram-se em espigas, contra sete da maior densidade (50.000 plantas/ha).

A competição intra-específica é altamente crítica no período entre a emergência do pendão e a emissão dos estigmas. Silva (1972) encontrou um aumento linear para o intervalo entre a emergência do pendão e a emissão dos estigmas com os acréscimos nas densidades de semeadura. Medeiros (1974) verificou uma ampliação no intervalo entre as emergências do pendão e dos estigmas à medida que aumentavam as densidades de semeadura. Geralmente, o número de espigas por planta e o número de grãos por espiga diminuem ao se elevar a população de plantas; como consequência, o peso de grãos por planta também diminui. Essas reduções que ocorrem nas plantas individuais de milho, podem ser atribuídas às condições adversas criadas pela concorrência entre elas, talvez, pela falta de luz e nutrientes nas populações de plantas mais densas (Prine & Schroder 1964, Silva 1972, Medeiros 1974 e Flesch 1978).

No sentido de observar os efeitos sobre o desenvolvimento das inflorescências de uma planta de milho, pela utilização de diferentes densidades de semeadura, foi instalado este ensaio.

¹ Aceito para publicação em 11 de outubro de 1983.

Parte do trabalho de dissertação do primeiro autor, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS).

² Eng^o - Agr^o, M.Sc., EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 569, CEP 99100 - Passo Fundo, RS.

³ Eng^o - Agr^o, Ph.D., Faculdade de Agronomia da UFRS, Caixa Postal 776, CEP 90000 - Porto Alegre, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em campo, na Estação Experimental Agronômica da UFRS, no município de Guaíba, RS, região fisiográfica da Depressão Central, durante o ano agrícola de 1978/79, em solo da série Arroio dos Ratos.

Os tratamentos foram cinco densidades de sementeira (10, 20, 40, 80 e 160.000 plantas/ha). O genótipo de milho usado foi o híbrido simples HSM₁, fornecido por Sementes Agroceres S.A.

O ensaio foi arranjado em blocos ao acaso, com quatro repetições. O tamanho da parcela foi variável conforme as densidades de sementeira, assim especificadas: parcelas formadas de 14, 10, 10, 8 e 8 linhas, todas com 8 m de comprimento e espaçadas por 1; 1; 0,5; 0,5 e 0,5 m entre linhas, respectivamente, para 10, 20, 40, 80 e 160.000 plantas/ha.

As linhas usadas como bordadura, amostragens do pendão e das espigas e ainda, amostragens no final do ciclo das plantas variaram também conforme as densidades de sementeira. A densidade de 10.000 plantas/ha teve a primeira, a décima primeira e a décima quarta linha como bordaduras, a segunda até a décima linha para amostragens do pendão e das espigas, e a décima segunda e a décima terceira linha para coleta de plantas no final do ciclo. As de 20.000 e 40.000 plantas/ha apresentaram a primeira, a sétima e a décima linha como bordadura, a segunda até a sexta linha para amostragem do pendão e das espigas, e a oitava e nona linha para amostragens no final do ciclo das plantas. As de 80.000 e 160.000 plantas/ha tiveram a primeira, quinta e oitava linha como bordaduras, a segunda até a quarta linha para amostragens do pendão e das espigas, e a sexta e sétima linha para coleta de plantas no final do ciclo.

Além disso, nas linhas amostradas no final do ciclo das plantas, foram eliminadas duas plantas em cada extremidade.

A área experimental foi adubada, conforme a recomendação da análise do solo, com 10 kg/ha de N na forma de uréia, 90 kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo e 60 kg/ha de K₂O na forma de cloreto de potássio, distribuídos a lanço. A adubação nitrogenada de cobertura foi feita com 3 g de N por planta. Conseqüentemente, foram aplicados 27, 54, 108, 216 e 432 kg/ha de N na forma de uréia, em função das densidades de sementeira, distribuídos manualmente entre as linhas, 30 dias após a emergência. A sementeira foi realizada em 6.11.78. Devido ao grande período de estiagem, o ensaio foi suprido com água, pelo sistema de aspersão, 4 dias antes e 15, 28 e 37 dias após a emissão dos estigmas.

Foram feitas coletas de plantas aos 29 dias após a emergência das plantas, para verificar a diferenciação do pendão, e aos 53, 63, 70 e 77 dias, para a diferenciação das espigas, em cada densidade de sementeira. Em cada amostragem foram coletadas cinco plantas, ao acaso, nas linhas referidas anteriormente para amostragens do

pendão e das espigas, em cada parcela. Os estádios de desenvolvimento do pendão e das espigas foram observados em cada planta amostrada, após a eliminação das palhas que envolviam o pendão e da palha de cada espiga, com auxílio de lupa, bisturi e estilete. A partir da segunda coleta de plantas para verificação do desenvolvimento das espigas, estas foram separadas do restante da planta, levadas à estufa a 60°C, até peso constante, e pesadas posteriormente.

As plantas especificadas previamente para amostragens no final do ciclo foram marcadas com etiquetas que indicavam a data da antese e da emissão dos estigmas. Nestas mesmas linhas, por ocasião da colheita, foi determinado o peso de grãos por planta. A umidade dos grãos foi corrigida para 13%.

RESULTADOS

As primeiras amostragens foram realizadas aos 29 dias após a emergência das plantas (Tabela 1). O número de folhas completamente emergidas foi de 6,8, diferente apenas na densidade de 160.000 plantas/ha (6,4). A diferenciação do pendão foi antecipada com os acréscimos nas densidades de sementeira de 10.000 a 80.000 plantas/ha, estando mais demorada nas plantas da população de 160.000 plantas/ha.

As amostragens seguintes foram realizadas aos 53, 63, 70 e 77 dias após a emergência das plantas. Observa-se, na Tabela 2, que as plantas apresentavam as três espigas superiores mais desenvolvidas nas baixas populações de plantas do que nas altas populações de plantas, em todas as datas amostradas. A emissão dos estigmas deu-se primeiro nas

TABELA 1. Número de folhas completamente emergidas e estádios de desenvolvimento do pendão, do híbrido de milho HSM₁, semeado em cinco densidades, aos 29 dias após a emergência das plantas, EEA, UFRS, 1978/79.

Densidades (plantas/ha)	Número de folhas completamente emergidas	Estádio de desenvolvimento do pendão*
10.000	6,8	A ₅ ^a
20.000	6,8	A ₆
40.000	6,8	A ₈
80.000	6,8	A ₉
160.000	6,4	A ₆

* Os estádios de desenvolvimento do pendão foram classificados com base na descrição de Bonnett (1966).

baixas densidades. Neste sentido, o efeito de densidade fez-se sentir de maneira mais acentuada na segunda e terceira espiga. Quase todas as plantas em cada densidade de semeadura emitiram estigmas da espiga superior, mas, para a segunda espiga, os estigmas foram emitidos integralmente nas plantas em densidades de até 40.000 plantas/ha. A partir desta população decresceu o número de plantas com segundas espigas visíveis. Já a terceira espiga paralisou seu desenvolvimento, aos 63 dias após a emergência das plantas, nas densidades de 40.000 plantas/ha e acima. Somente na mais baixa densidade, algumas espigas apresentaram estigmas extrusionados.

O peso seco das três espigas superiores, aos 63

e 70 dias após a emergência das plantas, tendeu a diminuir das menores para as maiores densidades (Tabela 3). Os pesos secos das três espigas, aos 63 dias, variaram paralelamente com os aumentos das populações de plantas. O peso seco da primeira espiga foi superior ao da segunda espiga e o desta, por sua vez, foi superior ao da terceira espiga. Esta tendência foi mantida aos 70 dias.

O intervalo entre a antese e a emissão dos estigmas foi de 0, 2, 2, 6 e 4 dias, respectivamente, para 10, 20, 50, 80 e 160.000 plantas/ha.

O peso de grãos por planta diminuiu com os aumentos nas densidades de semeadura, com 299, 205, 129, 53 e 16 g, respectivamente, para 10, 20, 40, 80 e 160.000 plantas/ha.

TABELA 2. Estádio de desenvolvimento das três espigas superiores, do híbrido de milho HSM₁, semeado em cinco densidades, coletadas em quatro datas, EEA, UFRS, 1978/79.

Densidades (plantas/ha)	Número de dias após a emergência das plantas										
	Espiga superior				Segunda espiga				Terceira espiga		
	53	63	70	77	53	63	70	77	53	63	70
10.000	B ₉ *	C ₈	70%**	100%	B ₆	C ₇	40%	100%	B ₅	C ₅	10%
20.000	C ₁	C ₇	80%	100%	B ₉	C ₆	35%	100%	B ₈	C ₅	C ₈
40.000	B ₉	C ₇	35%	95%	B ₈	C ₅	10%	40%	B ₆	C ₂	C ₂
80.000	B ₉	C ₅	C ₁₁	100%	B ₅	C ₅	C ₈	25%	B ₂	B ₉	B ₉
160.000	B ₅	C ₅	C ₇	80%	B ₂	C ₅	C ₅	10%	A ₆	B ₈	B ₈

* Os estádios de desenvolvimento das espigas foram classificados com base na descrição de Bonnett (1966).

** Percentagem de plantas com estigmas da espiga referida, visíveis externamente.

TABELA 3. Peso seco das três espigas superiores (g), do híbrido de milho HSM₁, semeado em cinco densidades, coletadas em duas datas, EEA, UFRS, 1978/79.

Densidades (plantas/ha)	Número de dias após a emergência das plantas					
	Espiga superior	Segunda espiga	Terceira espiga	Espiga superior	Segunda espiga	Terceira espiga
	63	63	63	70	70	70
10.000	0,298 a*	0,190 a	0,080 a	3,393 a	2,057 a	0,580 a
20.000	0,238 a	0,147 a	0,046 a	3,090 a	1,655 a	0,200 b
40.000	0,147 a	0,067 a	0,010 a	1,630 b	0,371 b	0,003 c
80.000	0,056 a	0,013 a	0,002 a	0,863 bc	0,185 b	0,002 c
160.000	0,020 a	0,006 a	0,001 a	0,197 c	0,098 b	0,001 c

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

DISCUSSÃO

A planta de milho, quando submetida à competição intra-específica, ajusta-se a esta situação através da mudança no crescimento e desenvolvimento de seus diversos órgãos. Os diversos trabalhos de pesquisa indicam que esta competição, dependendo de seu grau, manifesta-se no início do desenvolvimento das plantas, sendo, no entanto, difícil a sua caracterização mais específica.

No presente trabalho procurou-se observar inicialmente a alteração da planta, na fase de diferenciação do pendão. A competição entre plantas alterou o desenvolvimento do pendão e o número de folhas completamente emergidas (Tabela 1). Esta alteração não foi observada em outros trabalhos, como os de Sass & Loeffel (1959) e Hanway & Russell (1969), talvez, pela faixa mais restrita de densidades utilizadas. O desenvolvimento foi acelerado à medida que a competição foi maior, na faixa de 10.000 a 80.000 plantas/ha; no entanto, o número de folhas completamente emergidas foi constante. Já na população de 160.000 plantas/ha, o desenvolvimento foi mais lento na diferenciação do pendão bem como no aparecimento externo das folhas.

No intervalo entre a diferenciação das espigas até a emergência dos estigmas foram notadas alterações causadas pela competição entre plantas. O desenvolvimento das três espigas superiores foi retardado com o aumento da concorrência entre as plantas, desde a diferenciação das espigas até a emissão dos estigmas (Tabela 2). Provavelmente, nas menores densidades, as plantas tinham disponível mais água e luz que nas altas densidades.

Na fase de diferenciação das espiguetas, a competição intra-específica, aparentemente, pouco afetou o processo de desenvolvimento e acúmulo de matéria seca das espigas (Tabela 3), talvez, pela pouca força de demanda nesta fase, embora haja outros órgãos em crescimento que competem com as espigas por nutrientes. O período mais crítico do desenvolvimento das espigas parece ser na fase de alongação dos estigmas, pois, nesta fase de desenvolvimento, além das espigas, que possuem alta demanda, há também outros órgãos em pleno crescimento, e a redistribuição dos nutrientes depende da força de demanda de cada um deles.

Embora todas as espigas tenham diminuído o processo de acúmulo de matéria seca e a rapidez de desenvolvimento, a espiga superior foi menos afetada pela competição intra-específica do que a segunda e a terceira espiga, talvez, pelo efeito da dominância apical sobre elas. Trabalho conduzido por Flesch (1978) demonstra que a espiga superior, através do seu maior desenvolvimento, exerce o poder de dominância apical sobre as espigas inferiores, inibindo-as em seu desenvolvimento. A espiga superior é dominante sobre a segunda espiga que, por sua vez, é dominante sobre a terceira espiga e, assim, sucessivamente. À medida que a densidade de semeadura aumentou, houve uma desativação da segunda e terceira espiga, pela competição entre plantas. Isto confirma os resultados obtidos por Moss & Stinson Júnior (1961) e Flesch (1978), que atribuíram essa desativação do desenvolvimento das espigas ao sombreamento mútuo entre plantas, causado pelos acréscimos nas densidades de semeadura.

Houve uma interrelação muito grande entre os estádios de desenvolvimento e o peso seco das três espigas superiores. Isto pode ser visto nas Tabelas 2 e 3. À medida que as espigas paralisavam o desenvolvimento, a taxa de acúmulo de matéria seca diminuía, mostrando haver um certo relacionamento entre o desenvolvimento e a variação no peso seco das três espigas superiores.

A competição intra-específica provocou a ampliação do intervalo entre a antese e a emergência dos estigmas. Estas alterações também foram observadas por Silva (1972), Medeiros (1974) e Bonaparte & Brawn (1976). A emissão dos estigmas é a causa principal da ampliação do intervalo, conforme mostra Moss & Stinson Júnior (1961). Provavelmente, o pendão tem uma certa dominância apical sobre as espigas; além disso, há uma competição dentro da planta, entre as espigas, pelos nutrientes que estavam disponíveis.

A competição entre plantas continua interagindo até o final do ciclo da cultura, afetando as mais variadas características agrônomicas do milho. Nesta ocasião, o peso de grãos foi afetado pela concorrência entre plantas, como consequência da diminuição do número de espigas por planta e do número de grãos por espiga (de 299 para 16 g por planta). Trabalhos conduzidos por Prine &

Schroder (1964), Silva (1972), Medeiros (1974) e Flesch (1978) demonstram que essas reduções que ocorreram nas plantas individuais de milho, podem ser atribuídas ao ajuste destas às maiores densidade de semeadura, devida à disponibilidade limitada de produtos da fotossíntese por unidade de área.

O híbrido usado neste trabalho teve vários ajustes no seu desenvolvimento, desde a diferenciação das espigas até o final do ciclo das plantas. As plantas tenderam a se ajustar a essa situação por ocasião da alongação dos estigmas e até o final do ciclo das plantas. Isto veio refletir no final do ciclo, através do peso de grãos por planta.

CONCLUSÕES

1. A competição entre plantas acelerou a diferenciação do pendão, exceto na maior densidade de semeadura.

2. O desenvolvimento das espigas foi afetado pela competição intra-específica por ocasião da alongação dos estigmas, refletindo numa menor taxa de crescimento, especialmente da segunda e terceira espiga.

3. Do início da formação de grãos até o final do ciclo, a competição entre plantas determinou uma diminuição do número de grãos por espiga e, como consequência, a redução do peso de grãos por planta.

REFERÊNCIAS

- BONAPARTE, E.E.N.A. & BRAWN, R.I. Effects of plant density and planting date on leaf number and some developmental events in corn. *Can. J. Plant Sci.*, Ottawa, 56:691-8, 1976.
- BONNETT, O.T. Development of the staminate and pistillate inflorescences of maize. In: ————. *Inflorescences of maize, wheat, rye, barley, and oats; their initiation and development*. Urbana, University of Illinois College of Agriculture, 1966. Cap. 1, p.5-30.
- FLESCHE, R.D. Efeitos de duas populações de plantas sobre o desenvolvimento das espigas em três híbridos simples de milho (*Zea mays* L.). Porto Alegre, UFRS. Faculdade de Agronomia, 1978. 99p. Tese Mestrado-Fitotecnia.
- HANWAY, J.J. & RUSSELL, W.A. Dry-matter accumulation in corn (*Zea mays* L.) plants; comparisons among single-hybrids. *Agron. J.*, Madison, 61: 947-51, 1969.
- MEDEIROS, J.B. de. Efeitos de níveis de nitrogênio e densidades de plantas sobre o rendimento de grãos e outras características agrônômicas de duas cultivares de milho (*Zea mays* L.). Porto Alegre, UFRS. Faculdade de Agronomia, 1974. 87p. Tese Mestrado-Fitotecnia.
- MOSS, D.N. & STINSON JÚNIOR, H.T. Differential response of corn hybrids to shade. *Crop Sci.*, Madison, 1:416-8, 1961.
- PRINE, G.M. & SCHRODER, V.N. Above-soil environment limits yields of semiprolific corn as plant population increases. *Crop Sci.*, Madison, 4:361-2, 1964.
- SASS, J.E. & LOEFFEL, F.A. Development of axillary buds in maize relation to barrenness. *Agron. J.*, Madison, 51:484-6, 1959.
- SILVA, P.R.F. da. Determinações dos efeitos de quatro densidades de plantas no rendimento de grãos e características agrônômicas em seis cultivares de milho. Porto Alegre, UFRS. Faculdade de Agronomia, 1972. 84p. Tese Mestrado-Fitotecnia.
- WILSON, J.H. & ALLISON, J.C.S. Effect of plant population on ear differentiation and growth in maize. *Ann. Appl. Biol.*, Wellesbourne, 90:127-32, 1978.