

INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DE DOENÇAS DE QUATRO HÍBRIDOS DE MILHO CULTIVADOS COM DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS

DISEASE INCIDENCE AND SEVERITY OF FOUR MAIZE HYBRIDS GROWN AT DIFFERENT PLANT DENSITIES

Luís Sangoi¹, Márcio Ender², Altamir Frederico Guidolin²,
Amauri Bogo², Daniel Marcelo Kothe³

RESUMO

Os híbridos modernos de milho apresentam maior potencial produtivo do que os cultivares utilizados no passado, especialmente sob situações de estresse, como densidade de semeadura elevada e deficiência hídrica. É possível que o maior rendimento de grãos dos genótipos modernos nessas condições se deva, em parte, a sua melhor sanidade. Este trabalho foi conduzido em Lages, SC, com o objetivo de avaliar a incidência e severidade das principais doenças foliares, de colmo e espiga de híbridos de milho cultivados no Planalto Catarinense, em diferentes densidades de semeadura. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Na parcela principal, foram testadas três populações de planta, equivalentes a 50000, 75000 e 100000pl ha⁻¹. Nas subparcelas, testaram-se quatro híbridos: Ag 12, Ag 28, Ag 303 e Ag 9012, os quais foram cultivados de forma expressiva nas décadas de 60, 70, 80, e 90, respectivamente. O aumento da população de plantas promoveu um incremento na incidência das doenças de colmo causadas por *Fusarium moniliforme*, *Colletotrichum graminicola* e *Diplodia maydis*. Esse aumento na quantidade de doenças foi mais intenso nos híbridos Ag 12 e Ag 28, contribuindo para aumentar a percentagem de plantas acamadas e quebradas destes materiais na colheita. O híbrido Ag 9012 apresentou menor incidência e severidade das doenças de espiga causadas por *Fusarium moniliforme* e *Diplodia maydis*, independentemente da densidade de semeadura. Não foi constatada menor severidade a doenças foliares no híbrido Ag 9012, em relação aos híbridos mais antigos.

Palavras-chave: *Zea mays*, doenças, cultivares, densidade de plantas.

SUMMARY

Modern maize hybrids have greater yield potential than cultivars used in the past, particularly under stressful conditions such as high plant population and water deficit. It is possible that the yield advantage presented by modern genotypes

is partially due to their better ability to resist major maize diseases. This experiment was carried out to evaluate the incidence and severity of maize leaf, stem, and ear diseases on hybrids usually grown in Southern Brazil, under different plant populations. A split plot design was used, with the main plots disposed in randomized complete blocks. Three plant populations, equivalent to 50,000, 75,000 and 100,000pl ha⁻¹, were tested in the main plot. The hybrids Ag 12, Ag 28, Ag 303 and Ag 9012, which were cultivated expressively in the 60's, 70's, 80's and 90's, respectively, were tested in the split plot. The enhancement in plant population promoted increases on the incidence of stem diseases caused by *Fusarium moniliforme*, *Colletotrichum graminicola* and *Diplodia maydis*, especially on Ag 12 and Ag 28, contributing to decrease their stem standability at harvesting. The hybrid Ag 9012 had lower incidence and severity of ear diseases caused by *Fusarium moniliforme* and *Diplodia maydis*, regardless of plant population. The hybrid Ag 9012 did not express lower severity levels of leaf diseases in relation to the older hybrids used in the trial.

Key words: *Zea mays*, diseases, cultivars, plant densities

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) abrange várias regiões do Brasil, com diferentes características de clima, solo e nível de tecnologia aplicado, fatores que se relacionam diretamente com o aparecimento de doenças. Assim, mais de 20 doenças já foram identificadas no milho. Contudo, pela frequência e intensidade em que ocorrem, somente algumas apresentam importância econômica (FERNANDES & BALMER, 1990).

¹ Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), CP 281, 88520-000, Lages, SC. Autor para correspondência.

² Engenheiro Agrônomo, MSc., Professor do CAV, UDESC, Lages SC.

³ Acadêmico do curso de Agronomia, Bolsista do PIBIC/CNPq, UDESC.

Das muitas doenças que ocorrem no Planalto Catarinense, algumas são consideradas prioritárias pelo seu maior potencial de ocasionarem perdas econômicas. Dentre as doenças foliares, a ferrugem comum, causada por *Puccinia sorghi*, Schw. é uma das mais importantes. Isso ocorre quando predominam temperaturas amenas, compreendidas entre 16 a 23°C, e alta umidade relativa durante o ciclo. Essas condições ambientais favorecem a doença (BALMER, 1980) e são comuns durante a primavera e o verão nos Campos de Lages, devido à altitude que caracteriza a região.

As podridões de colmo provocam o apodrecimento dos tecidos internos da medula do colmo, e são causadas principalmente pelos fungos *Fusarium moniliforme* Sheld, *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson e *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Tais patógenos causam perdas devido ao fato de interromperem o fluxo de seiva existente entre parte aérea e sistema radicular, causando a morte prematura de plantas, menor enchimento dos grãos, acamamento e maiores perdas de colheita (FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS, 1998).

As doenças de espiga, causadas pelos fungos *Fusarium moniliforme*, *Diplodia maydis* e *Giberella zeae* (Schw.) Petch., ocasionam danos consideráveis, principalmente em anos muito chuvosos. As perdas resultam da redução do peso específico, qualidade do grão e presença de toxinas que podem contaminar as rações, prejudicando a performance dos animais que delas se alimentam (REIS & CASA, 1996).

Trabalhos realizados por RUSSEL (1991), DUVICK (1994) e SANGOI *et al.* (1998) evidenciaram que os híbridos modernos de milho apresentam maior potencial produtivo e maior resistência a situações de estresse, como densidade de semeadura elevada e deficiência hídrica, do que os híbridos utilizados no passado. É possível que a maior produtividade denotada pelos híbridos modernos, principalmente nas densidades mais altas, deva-se, ao menos em parte, a sua melhor sanidade. Por outro lado, a maioria dos trabalhos envolvendo produção de milho em diferentes densidades, entre os quais os publicados por ALMEIDA & SANGOI (1996), MEROTTO Jr. *et al.* (1997), PEIXOTO *et al.* (1997) e ALMEIDA *et al.* (1998), não avaliaram o efeito da população de plantas sobre a incidência de doenças. Informações sobre a susceptibilidade às principais doenças foliares, de colmo e espiga, de híbridos de milho cultivados em épocas diferentes no Sul do Brasil são também escassas. Da mesma forma, há poucos dados disponíveis sobre o efeito de práticas culturais importantes para a cultura do milho, tais como a densidade de semeadura, a incidência e severidade das principais doenças de híbridos de milho produzidos pelos agricultores brasileiros em diferentes épocas.

Considerando essas deficiências no conhecimento da relação patógeno-hospedeiro-ambiente, desenvolveu-se o presente trabalho. Seu objetivo principal foi avaliar a incidência e severidade das principais doenças foliares, de colmo e espiga em híbridos de milho cultivados no Planalto Catarinense na décadas de 60, 70, 80 e 90, em três densidades de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, durante a estação de crescimento de 1997/98, em Lages/SC. O clima da região é do tipo Cfb, mesotérmico, com verões brandos, temperaturas médias do mês mais quente inferiores a 22°C e chuvas bem distribuídas. O solo da área experimental é uma terra bruna estruturada.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições por tratamento. Na parcela principal, foram testadas três populações de planta, equivalentes a 50000, 75000 e 100000pl ha⁻¹. Nas subparcelas, testaram-se quatro híbridos: Ag 12, Ag 28, Ag 303 e Ag 9012, os quais foram cultivados de forma expressiva nas décadas de 60, 70, 80, e 90, respectivamente. Cada subparcela foi constituída por quatro linhas de seis metros de comprimento, espaçadas entre si em 80cm.

O solo foi preparado de forma convencional, com uma aração e duas gradagens. A semeadura foi realizada manualmente, em covas, no dia 02 de novembro de 1997, utilizando-se três sementes por cova. Aplicaram-se, na base, 20kg de N, 70kg de P e 20kg de K por hectare. Duas semanas após a emergência das plantas, realizou-se desbaste para ajustar as populações aos valores previamente estabelecidos. Quando as plantas encontravam-se com seis folhas totalmente expandidas, realizou-se uma cobertura nitrogenada, aplicando-se 80kg de N/ha.

As avaliações de incidência e severidade de doenças foliares foram realizadas para cada híbrido nos estádios VT (pendoamento) e R3 (grão leitoso) da escala proposta por RITCHIE & HANWAY (1992). Para essas avaliações foi tomada uma amostra de dez plantas ao acaso por subparcela. Obedeceu-se a uma escala diagramática de incidência nas folhas, apresentada pela AGROCERES (1994), com notas de 0 a 9, onde 0 correspondeu a ausência de sintoma da doença, 5 a presença de sintomas em 50% das folhas e 9 a presença de sintoma em todas as folhas das plantas amostradas. Para a severidade utilizou-se a escala diagramática apresentada por AZEVEDO & LEITE (1995), a qual mostra níveis de sintomas de 0 a 5, onde: 0= ausência de sintoma; 1= 10% da área foliar da planta com sintoma da

doença; 2= 20% da área foliar afetada; 3= 60% da área foliar atacada; 4= 80% da área foliar atacada; 5= 100% da área foliar com sintoma da doença.

As avaliações referentes a doenças do colmo foram realizadas de forma generalizada para os diversos agentes causais, entre os quais podem ser citados os fungos *Fusarium moniliforme*, *Colletotrichum graminicola* e *Diplodia maydis*, já que os mesmos se encontravam simultaneamente presentes na maioria das lesões. Avaliou-se a incidência desses patógenos sobre todas as plantas das duas linhas centrais, quando os grãos de cada híbrido alcançaram o estágio R6 (maturação fisiológica) da escala proposta por RITCHIE & HANWAY (1992), obtendo-se uma porcentagem de plantas atacadas.

As doenças de espiga de maior incidência, causadas por *Fusarium moniliforme* e *Diplodia maydis*, foram avaliadas em todas as espigas presentes nas duas linhas centrais, no momento da colheita. A incidência foi avaliada em porcentagem de plantas com espigas atacadas e a severidade média estimada através da escala diagramática proposta por AZEVEDO & LEITE (1995). Essa escala estabelece índices de 1 a 5, em que: 1= 1% de grãos afetados; 2= 10% de grãos afetados; 3= 20% de grãos afetados; 4= 30% de grãos afetados; 5= 50% ou mais de grãos afetados por espiga. Os valores finais foram expressos em relação ao total de espigas colhidas, incluindo espigas saudas e doentes.

No dia da colheita de cada híbrido, efetuou-se a contagem do número de plantas acamadas e quebradas existente nas duas fileiras centrais das subparcelas. Consideraram-se acamadas as plantas que apresentavam um ângulo entre a base do colmo e o nível do solo inferior a 45°, e quebradas aquelas com ruptura no colmo abaixo do ponto de inserção da espiga superior da planta.

Todas as avaliações de doenças foram feitas por três pessoas diferentes e os valores de incidência e severidade utilizados para a análise estatística resultaram da média dos três avaliadores. Os dados obtidos foram previamente transformados, utilizando-se a expressão $(x + 1)^{1/2}$ antes de proceder-se a análise de variância. Para os valores significativos na análise de variância ($F < 0,05$), as médias de cada tratamento foram comparadas entre si pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ano agrícola de 1997/98 apresentou uma distribuição pluviométrica elevada na região dos Campos de Lages, principalmente durante o período reprodutivo da cultura. Nesse sentido, foi registrada nos meses de janeiro, fevereiro e março uma precipitação total de 728mm. As precipitações elevadas no verão favoreceram o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos.

A incidência de doenças de colmo foi significativamente influenciada pelos efeitos simples de densidade de sementeira e híbrido. Observou-se que com o aumento da população de plantas houve um incremento linear da incidência de doenças de colmo (figura 1a). Na população de 100.000 plantas ha^{-1} , a porcentagem de plantas com colmos doentes foi 5,3 vezes superior àquela observada na densidade de 50.000pl ha^{-1} . Por outro lado, independentemente da densidade de sementeira, a incidência de doenças de colmo foi menor no híbrido Ag 9012 do que nos híbridos mais antigos Ag 12, Ag 28 e Ag 303 (tabela 1). A porcentagem média de colmos doentes dos híbridos Ag 12, Ag 28 e Ag 303 foi 16 vezes superior à do híbrido moderno Ag 9012.

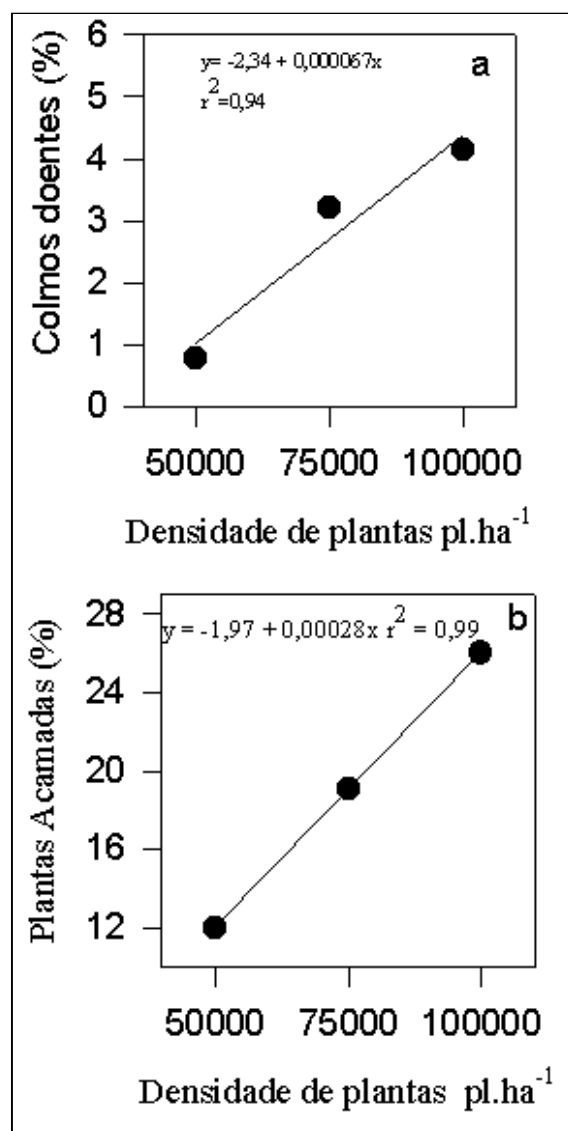


Figura 1 - Efeitos da densidade de plantas sobre a porcentagem de colmos doentes (a) e de plantas acamadas (b) de híbridos de milho, Lages, SC, 1998.

Tabela 1 - Percentagem de colmos doentes e plantas acamadas de híbridos de milho provenientes de diferentes épocas, Lages, SC, 1998.

Híbrido	Colmos doentes (%)	Plantas acamadas e quebradas (%)
Ag 12	3,00*b	23,0 c
Ag 28	4,10 b	43,5 d
Ag 303	3,96 b	12,8 b
Ag 9012	0,23 a	4,8 a

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, em nível de significância de 5%.

Após a floração, o fluxo de fotoassimilados dentro da planta de milho é direcionado prioritariamente ao enchimento de grãos. Quando a planta não produz fotoassimilados em quantidade suficiente para a manutenção dos tecidos, a maior demanda exercida pelos grãos por esses produtos leva os tecidos da raiz e base do colmo a senescerem precocemente, fragilizando essas regiões e tornando-as mais suscetíveis a doenças de colmo (TOLLENAAR *et al.*, 1994). Dois fatores importantes que afetam este balanço nutricional entre os diferentes órgãos da planta de milho são o híbrido e a densidade de semeadura. O aumento da densidade de semeadura aumenta a competição entre indivíduos por água, luz e nutrientes, reduzindo a disponibilidade de fotoassimilados para atender a demanda para enchimento do grão e manutenção das demais estruturas da planta (SANGOI & SALVADOR, 1997). Isso favorece doenças de colmo, conforme se demonstrou na figura 1a.

Por outro lado, a capacidade fotossintética de cada híbrido é outra característica que pode influenciar de forma marcante o fracionamento dos produtos oriundos da fotossíntese durante o período de enchimento de grãos. Nesse sentido, trabalhos conduzidos por RUSSEL (1991), DUVICK (1994) e SANGOI *et al.* (1998), demonstraram que os híbridos mais antigos testados naqueles experimentos foram menos eficientes em termos fotossintéticos do que os híbridos modernos, o que também pode explicar sua maior suscetibilidade a doenças de colmo, verificada no presente trabalho (tabela 1).

A maior incidência de doenças de colmo contribuiu para aumentar a percentagem de plantas acamadas e quebradas nas densidades mais altas (figura 1b). Os híbridos cultivados nas décadas de 60 e 70 (Ag 12 e Ag 28) apresentaram na colheita mais de 20% das plantas com problemas de sustentabilidade, na média das três densidades de plantas avaliadas (tabela 1).

A incidência e severidade das doenças de espiga também foram maior nos híbridos mais anti-

gos Ag 12 e Ag 28 (tabela 2). O menor índice de doenças de espiga dos híbridos Ag 303 e Ag 9012 pode estar relacionado a maior dificuldade à entrada dos agentes causais na inflorescência feminina. Tais características podem ocorrer devido ao melhor empalhamento e à inclinação natural da espiga na maturação, características que têm sido priorizadas pelos programas de melhoramento nos últimos anos (RUSSEL, 1991; DUVICK, 1994).

Não foi observado efeito significativo da densidade de semeadura sobre a atuação dos patógenos de espiga (dados não mostrados). Por outro lado, o incremento da população aumentou a incidência de doenças de colmo (figura 1a). Embora alguns dos principais agentes responsáveis pelas podridões em diferentes órgãos das plantas de milho, como, por exemplo, o fungo *Fusarium moniliforme*, sejam os mesmos, não tem sido encontrada na literatura correlação entre a sua incidência no colmo e espigas (REIS & CASA, 1996).

A única doença foliar ocorrida no ensaio foi a ferrugem comum, ocasionada por *Puccinia sorghi*. Diferentemente do observado para as doenças de colmo e espiga, não foi constatada uma superioridade consistente do híbrido moderno Ag 9012 sobre os híbridos mais antigos Ag 12, Ag 28 e Ag 303 em termos de severidade de ferrugem comum no pendoamento e na fase de grão leitoso (tabela 3). Em todos os híbridos avaliados, os valores de severidade da ferrugem comum foram mais altos no estádio de grão leitoso do que no pendoamento (tabela 3).

Tabela 2 - Incidência e severidade dos fungos *Fusarium moniliforme* e *Diplodia maydis* nas espigas de híbridos de milho provenientes de diferentes épocas, Lages, SC, 1998.

Híbrido	<i>Fusarium moniliforme</i>		<i>Diplodia maydis</i>	
	Incidência (%)	Severidade ¹	Incidência (%)	Severidade
Ag 12	8,57*b	0,202 b	7,85 b	0,141 b
Ag 28	6,23 b	0,151 b	10,26 b	0,215 b
Ag 303	2,57 a	0,054 a	2,38 a	0,068 a
Ag 9012	2,43 a	0,056 a	3,26 a	0,101 a

¹ Valores estimados com base na escala diagramática proposta por Azevedo & Leite (1995), em que 1= 1% de grãos afetados; 2= 10% de grãos afetados; 3= 20% de grãos afetados; 4= 30% de grãos afetados; 5= 50% ou mais de grãos afetados por espiga. Valores finais expressos considerando o número total de espigas colhidas por tratamento.

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, em nível de significância de 5%.

Tabela 3 - Severidade da ferrugem comum causada por *Puccinia sorghi* nas folhas de híbridos de milho provenientes de diferentes épocas, Lages, SC, 1998.

Híbrido	Estádio de desenvolvimento	
	Pendoamento	Grão leitoso
Ag 12	¹ 0,52* b	1,85 a
Ag 28	0,67 b	2,53 b
Ag 303	0,33 a	1,62 a
Ag 9012	0,50 b	1,49 a

¹Valores calculados com base numa amostra de 10 plantas para as quais atribuíram-se notas de 0 a 5 em que: 0= ausência de sintoma; 1= 10% da área foliar das plantas com sintoma da doença; 2= 20% da área foliar afetada; 3= 60% da área foliar atacada; 4= 80% da área foliar atacada; 5= 100% da área foliar com sintoma da doença.

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, em nível de significância de 5%.

CONCLUSÃO

O aumento da população de plantas incrementa a incidência das doenças de colmo, principalmente nos híbridos Ag 12, A 28 e Ag 303. A incidência e severidade das doenças de espiga são maiores nos híbridos mais antigos Ag 12 e Ag 28, nas densidades de semeadura de 50.000, 75.000 e 100.000 plantas por hectare.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCERES. **Guia Agroceres de Sanidade**. São Paulo: Agroceres, 1994. 56 p.
- ALMEIDA, M.L., MEROTTO JR., A., SANGOI, L., *et al.* Fatores que afetam a determinação da densidade de plantas em milho. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DO MILHO E FEIJÃO, 1, 1998, CHAPECÓ, SC. **Anais...** Chapecó, Epagri, 1998, 128 p. p. 29-33.
- 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, 1996.
- AZEVEDO, L.A.S., LEITE, O.M.C. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: Ciba Agro, 1995. 48 p.
- BALMER, E. Doenças de Milho. IN: GALLI, F., CARVALHO, P.C.T., TOKESHI, H., *et al.* **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 1980. v. 2, Cap. 27. p. 371-391, 1980.
- DUVICK, D.N. Maize breeding: past, present and future. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 20., 1994. Goiânia, GO. **Anais...**Goiânia, Embrapa-CNPMS, 1994, 470 p. p. 170-179.
- FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS. **Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Pallotti, 1998. 148 p. Boletim Técnico, 5.
- FERNANDES, F.T., BALMER, E. Situação das doenças de milho no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, p. 35-37, 1990.
- MEROTTO JR., A., ALMEIDA, M.L., FUCKS, O Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 549-554, 1997.
- PEIXOTO, C.M., SILVA, P.R.F., da, REZERA, F., *et al.* Produtividade de híbridos de milho em função da densidade de plantas em dois níveis de manejo da água e da adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 63-71, 1997.
- REIS, E.M., CASA, R.T., **Manual de identificação de doenças de milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 80 p.
- RITCHIE, S.W., HANWAY, J.J. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University Extension Department, 1992. 26 p. Special Report, 48.
- RUSSELL, W.A. Genetic improvement of maize yields. **Advances in Agronomy**, Londres, v. 46, p. 245-298, 1991.
- SANGOI, L., ENDER, M., GUIDOLIN, A.F., *et al.* Dominância apical de híbridos de milho de diferentes épocas em três densidades de semeadura. In: REUNIÃO ANUAL DO MILHO E SORGO, 42, 1997. C, SC. **Anais...** Erechim, Cotrel/Emater/Fepagro, 1998, 382 p. p. 31-36.
- SANGOI, L., SALVADOR, R.J. Dry matter production and partitioning of maize hybrids and dwarf lines at four plant populations. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n.1, p.1-6, 1997.
- TOLLENAAR, M., McCULLOUGH, D.E., DWYER, L.M. Physiological basis of the genetic improvement of corn. In: SLAFER, G.A. **Genetic improvement of field crops**. New York: Marcel Dekker Inc., 1994. Ch. 4. p. 183-236.