

## AUMENTO DA DENSIDADE DE PLANTAS DE MILHO PARA REGIÕES DE CURTA ESTAÇÃO ESTIVAL DE CRESCIMENTO

MILTON LUIZ DE ALMEIDA <sup>1</sup>, LUIS SANGOI <sup>2</sup>

**RESUMO** – O presente trabalho foi conduzido em Lages, SC, objetivando avaliar os efeitos da utilização de densidades de planta superiores às recomendadas para a cultura do milho sobre o rendimento de grãos e seus componentes. As cultivares empregadas foram Cargill 901 (superprecoce) e XL 370 (precoce). As densidades testadas foram equivalentes a 57.500, 71.500 e 82.500 pl/ha. O aumento da densidade de 57.500 para 82.500 pl/ha não influenciou significativamente o rendimento de grãos do híbrido C 901, mas reduziu linearmente o rendimento do híbrido XL 370. O híbrido precoce produziu grãos mais pesados do que o híbrido superprecoce, na média das três densidades de plantas. Ambas as cultivares apresentaram decréscimo linear no número de grãos por espiga com o aumento na população. Tais decréscimos foram percentualmente maiores para o híbrido XL 370. O número de espigas por planta não foi afetado pelos tratamentos. Para os níveis de produtividade observados, o aumento na densidade de plantas não proporcionou aumento no rendimento de grãos.

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

### INCREASE OF PLANT POPULATION FOR CORN GROWN IN SHORT GROWING SEASON REGIONS

**ABSTRACT** – This trial was conducted in Lages, SC, Brazil, with the purpose of evaluating the effects of using higher than recommended plant densities on corn yield and components. Two hybrids were used: Cargill 901 (very early) and XL 370 (early). Each hybrid was evaluated at three plant densities: 57,500, 71,500 and 82,500 pl/ha. Increasing plant population from 57,500 to 82,500 pl/ha did not affect grain yield of hybrid C 901 but it linearly reduced productivity of hybrid XL 370. Hybrid XL 370 presented heavier grains than hybrid C 901. Both cultivars linearly decreased number of grains per ear with the increase in plant density. The number of ears per plant was not affected by treatments. Within the level of productivity obtained in the experiment, increasing plant density above the values suggested currently did not promote any positive effect to corn grain yield.

*Key words:* *Zea mays*, plant density

### INTRODUÇÃO

O número ideal de plantas na lavoura de milho depende de alguns fatores, tais como a disponibilidade de nutrientes, água e a cultivar a ser utilizada. Pelo fato de ter reduzida capacidade de produzir filhos férteis, o milho apresenta uma faixa muito estreita de densidade de plantas, na qual os rendimentos são máximos (MUNDSTOCK, 1977).

A capacidade de tolerar a competição entre plantas varia de acordo com a cultivar empregada. Pode-se dizer que, de uma maneira geral, as cultivares de ciclo mais curto desenvolvem menor número de folhas e estatura, apresentando menor auto-sombreamento. Com isto podem suportar maior número de plantas por unidade de área, em relação a cultivares de maior massa vegetativa (MUNDSTOCK e SILVA, 1989).

Com o surgimento de novas cultivares de milho, principalmente de ciclo mais curto e porte mais baixo, o potencial de resposta ao aumento da densidade é maior. Esta tendência pode ser acentuada no Planalto Catarinense, onde as condições de clima são distintas das regiões tradicionais de produção. Pelo fato de situar-se em altitudes superiores a 900 m acima do nível do

mar, a região dos Campos de Lages apresenta temperaturas amenas durante os meses de verão e menor estação de crescimento para culturas estivais. A amplitude térmica diária é freqüentemente superior a 10°C.

Sabe-se que muitas espécies apresentam uma resposta termoperiódica positiva, produzindo mais quando a variação de temperatura é maior (SALISBURY e ROSS, 1992). O milho parece apresentar este tipo de reação. Portanto, as condições térmicas da região são favoráveis à obtenção de rendimentos elevados, os quais normalmente requerem alta densidade de plantas.

Além disto, as baixas temperaturas verificadas nos meses de primavera podem limitar o crescimento vegetativo da planta (SANGOI, 1993). Neste sentido, ALDRICH et al. (1986) observou que híbridos utilizados no norte dos Estados Unidos apresentaram menor área foliar, menor estatura e exigiram maior densidade de plantas para maximizar o rendimento, quando semeados no início da estação de crescimento.

Tendo em vista que a recomendação de densidade de plantas para cultivares precoces de milho permaneceu entre 50.000 e 60.000 pl/ha no últimos anos, independente do surgimento de um grande número de novos híbridos de ciclo curto, e considerando-se as caracte-

1. Eng. Agr., M.Sc. – Prof. Departamento de Fitotecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Caixa Postal 281, 88520-000 Lages - SC/BRASIL.

2. Eng. Agr., Ph.D. – Prof. Departamento de Fitotecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Caixa Postal 281, 88520-000 Lages - SC/BRASIL.

Recebido para publicação em 20/05/1996.

terísticas térmicas favoráveis à utilização de densidades elevadas no Planalto Catarinense, propôs-se este experimento. O trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da utilização de densidades de plantas superiores às recomendadas atualmente pela pesquisa sobre o rendimento de grãos e componentes, em duas cultivares de milho de ciclo superprecoce e precoce.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido durante o ano agrícola de 1993/94, no município de Lages, SC, localizado no Planalto Sul de Santa Catarina, cujas coordenadas geográficas são: 27°52'30" de latitude sul e 50°18'20" de longitude oeste. O referido município situa-se numa altitude de 930m e apresenta verões brandos com chuvas bem distribuídas (EMPASC, 1978). O solo da área experimental pertence a unidade de mapeamento Lages, classificada como cambissol, húmico, álico de textura argilosa (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, 1973).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. Na parcela principal foram testados dois híbridos: Cargill 901 (ciclo super precoce) e XL 370 (ciclo precoce). Nas subparcelas foram avaliadas três densidades de plantas: 60.000, 70.000 e 80.000 pl/ha. Em função das densidades obtidas no momento da colheita terem sido de 57.500, 71.500 e 82.500 pl/ha, adotar-se-á estes valores como indicativos das densidades dos tratamentos.

O preparo do solo foi o convencional, com uma aração e duas gradagens de nivelamento. A adubação de manutenção foi efetuada a lanço, antes da última gradagem, de acordo com os resultados da análise de solo realizada previamente na área, seguindo as recomendações da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ROLAS) para a cultura do milho (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO - REGIÃO SUL, 1989). Aplicou-se 20 kg de N/ha, 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e 70 kg de K<sub>2</sub>O/ha na base. Em cobertura foram aplicados 120 kg de N/ha quando as plantas estavam no estágio 2.0 da escala de GOMES e KARAZAWA (1984). As adubações de manutenção e cobertura foram determinadas objetivando alcançar rendimentos de grãos su-

periores a 6.000 kg/ha.

A semeadura foi realizada com saraquá, em 30 de outubro de 1993, colocando-se três a quatro sementes por cova. Em 18 de novembro, quando as plantas apresentavam entre duas a três folhas totalmente expandidas, foi realizado desbaste para ajustar as densidades aos valores preestabelecidos para cada tratamento. O espaçamento utilizado entre linhas foi de 1,0 metro. O espaçamento entre plantas dentro da linha foi de 17,4 cm, 14,0 cm e 12,1 cm para as densidades de planta de 57.500, 71.500 e 82.500, respectivamente. Imediatamente após a semeadura foi aplicado o herbicida Primextra (atrazine + metolachlor), na dose de 7,0 litros/ha do produto comercial. Plantas daninhas e pragas foram controladas subseqüentemente de forma que não comprometessem o desenvolvimento da cultura.

Cada subparcela foi constituída por quatro linhas de seis metros de comprimento. A área útil das mesmas, na qual o rendimento de grãos e seus componentes foram determinados, englobou as duas linhas centrais, descartando meio metro em cada extremidade da linha. As parcelas foram colhidas no início e em meados do mês de abril, para as cultivares C 901 e XL 370, respectivamente.

O balanço hídrico foi calculado para cada decêndio do período do experimento, segundo metodologia de Thornthwaite e Mather, para uma capacidade de armazenamento de 100 mm.

Os dados foram avaliados estatisticamente através da técnica da análise da variância. Quando alcançada significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% para o fator cultivar e pela análise de regressão para o fator densidade de plantas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ano agrícola 1993/94 apresentou, em geral, características meteorológicas favoráveis ao crescimento e ao desenvolvimento do milho no Planalto Catarinense. A temperatura do ar apresentou comportamento típico da região, com média das máximas oscilando entre 24,2 e 25,3°C e a média das mínimas entre 14,2 e 16,4°C, durante o ciclo da cultura (Tabela 1). A precipitação pluvial ocorrida foi elevada e relativamente bem distribuída, apresentando apenas um período de restri-

**TABELA 1** – Temperatura média máxima e média mínima (°C) dos subperíodos: emergência (EM)-6 folhas; 6 folhas-pendoamento; e pendoamento-maturação fisiológica (MF), de duas cultivares de milho, na média de três densidades de plantas. Lages/SC, 1993/94

Cultivar	EM-6 folhas		6 folhas-Pendoam.		Pendoam.-MF	
	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín
Cargill 901	24,4	14,2	24,8	15,2	25,3	15,9
XL 370	24,4	14,2	25,1	14,9	25,3	16,4

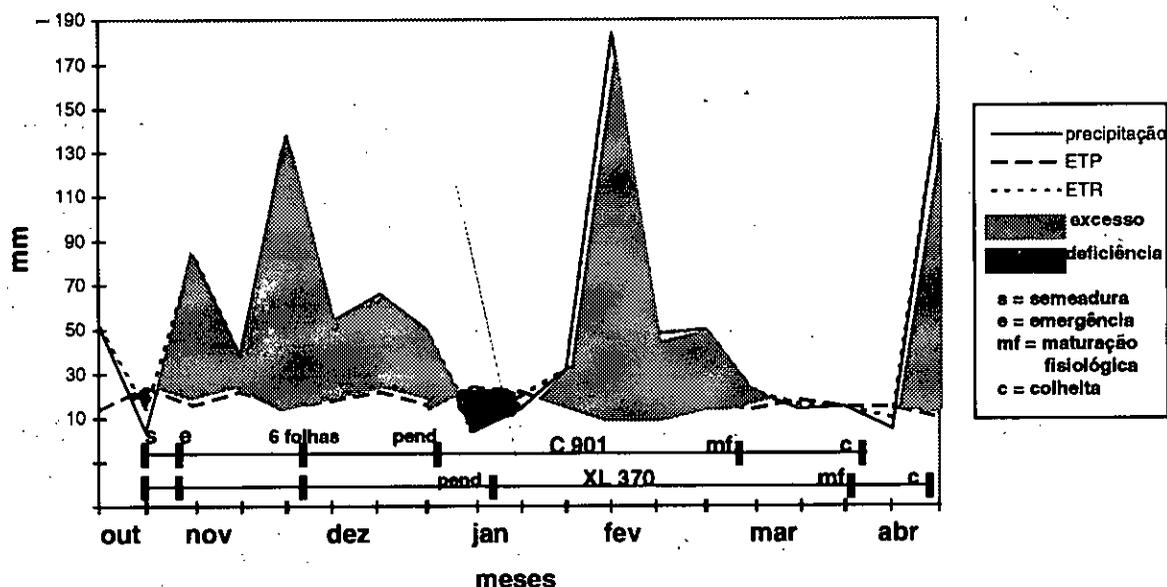


FIGURA 1 – Balanço hídrico de outubro de 1993 a abril de 1994, segundo metodologia proposta por Thornthwaite & Mather, capacidade de armazenamento de 100 mm, Lages, SC

ção hídrica na segunda quinzena de janeiro (Figura 1).

O rendimento de grãos foi significativamente afetado pela interação entre cultivares e densidade de plantas (Figura 2). O híbrido superprecoce Cargill 901 apresentou rendimento de grãos similar nas três densidades testadas, enquanto que o híbrido precoce XL 370 reduziu o rendimento de grãos linearmente com o incremento da densidade de plantas. O rendimento de grãos do híbrido C 901 foi numericamente superior ao do híbrido XL 370 em todas as densidades. Contudo, apenas na densidade de 82.500 pl/ha a diferença entre cultivares foi estatisticamente significativa. O decréscimo do rendimento do material precoce com o aumento da densidade de 57.500 para 82.500 pl/ha possivelmente se deveu a maior coincidência dos subperíodos pendoamento-espigamento e início do enchimento de grãos daquela cultivar com o período de restrição hídrica (Figura 1). O aumento da densidade propicia maior cobertura do solo e maior índice de área foliar, incrementando o consumo de água, podendo causar maior estresse hídrico às plantas, especialmente em caso de estiagem na floração. Resultados similares foram relatados por MUNDSTOCK (1977) e VIANA et al. (1983).

As cultivares apresentaram diferenças significativas no peso de 1000 grãos, com o híbrido XL 370 (333 g) produzindo grãos 1,5% mais pesados do que o híbrido C 901 (328 g). O número de espigas por planta não foi influenciado pelos tratamentos testados, tendo-se obtido 1,09 espigas por planta na média das cultivares e densidades utilizadas no ensaio.

O número de grãos por espiga das cultivares decresceu de forma linear com o aumen-

to da densidade (Figura 3). Estes decréscimos foram percentualmente mais elevados no material precoce, cujas espigas produzidas na maior densidade apresentaram apenas 69% dos grãos obtidos na densidade de 57.500 pl/ha. O híbrido superprecoce produziu espigas com 19, 30 e 42% mais grãos do que o híbrido precoce nas densidades de 57.500, 71.500 e 82.500 pl/ha, respectivamente. Apesar de as diferenças numéricas entre cultivares terem sido consideráveis dentro de cada densidade, não foi observado efeito significativo de cultivar ou da interação entre cultivares e densidades.

Aparentemente, o número de grãos por espiga foi o componente que esteve mais associado com o rendimento final das cultivares. A maior coincidência da estiagem com o período de floração possivelmente li-

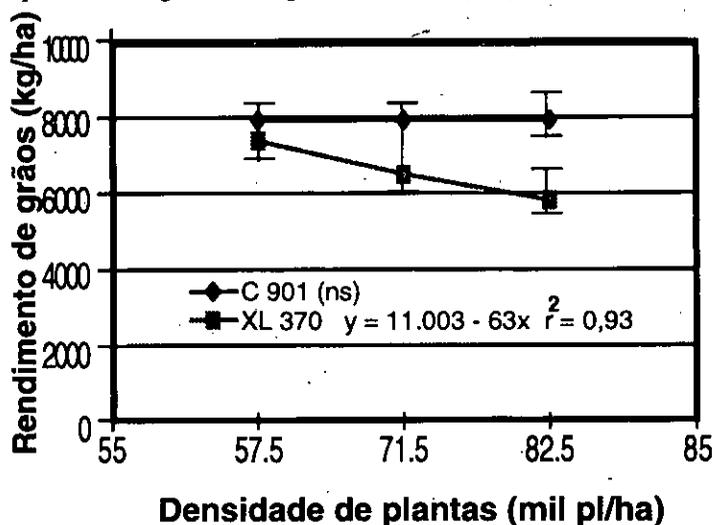


FIGURA 2 – Rendimento de grãos de duas cultivares de milho em função de densidade de plantas, Lages/SC, 1993/94

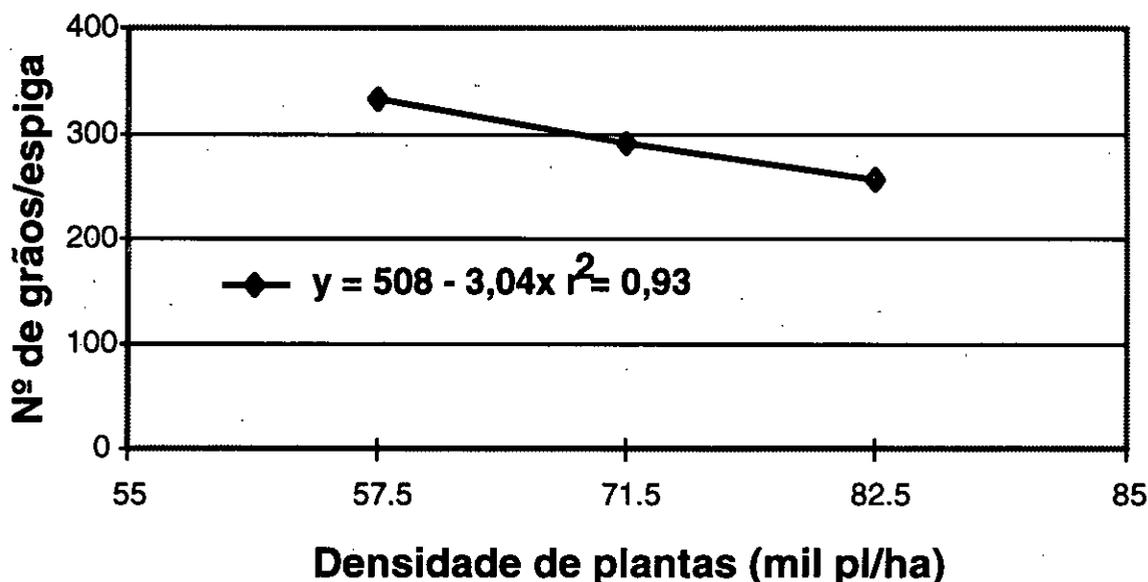


FIGURA 3 – Número de grãos por espiga, na média de duas cultivares de milho, em função de densidade de plantas, Lages/SC, 1993/94

mitou a produção de grãos por espiga da cultivar precoce, especialmente na densidade mais elevada. O milho é naturalmente uma planta protândrica, na qual a antese começa antes do início da emissão dos estigmas (CHENG e PAREDY, 1994). Sob condições de estagem, e principalmente com densidades elevadas, as diferenças na época de receptividade dos estigmas e liberação de pólen se acentuam. Nestes casos, o desenvolvimento da inflorescência masculina é priorizado pela planta, em detrimento da alongação dos estigmas, proporcionando prejuízos no processo de polinização (WESTGATE e BASSETI, 1991).

A região do Planalto Catarinense é considerada como tolerada para a cultura do milho pelo Zoneamento Agroclimático do Estado de Santa Catarina, pelo fato de apresentar um número de unidades térmicas aquém do ideal para o crescimento e desenvolvimento da planta (EMPASC, 1978). No entanto, os resultados obtidos no presente trabalho vêm demonstrar exatamente o contrário, tendo-se obtido na média das cultivares e densidades avaliadas produtividades superiores a 6.000 kg/ha. ESECHIE (1992), trabalhando numa região com temperatura média anual de 26,3 °C, em condições irrigadas e de bom nível nutricional, obteve rendimento máximo de 3.480 kg/ha. O autor justificou que os baixos rendimentos decorreram das condições térmicas poucos favoráveis, principalmente temperaturas elevadas no período de enchimento de grãos. Em regiões tropicais, elevada temperatura diminui a duração do subperíodo emergência-pendoamento e também o rendimento de grãos, mesmo na presença de elevados níveis de radiação (MUCHOW et al., 1990). Segundo estes autores, somente em locais com baixa temperatura e conseqüente maior período de crescimento do milho é possível obter mais que 1.600 g de grãos por m<sup>2</sup>. Por-

tanto, as características térmicas do Planalto Catarinense, onde a temperatura média dos meses de verão oscila entre 19 e 22 °C, parecem ser adequadas à obtenção de rendimentos elevados, principalmente com a utilização de cultivares superprecoces e precoces, as quais necessitam uma menor soma térmica para concluírem o seu ciclo.

O presente trabalho não detectou aumento significativo no rendimento de grãos com a utilização de densidades superiores às recomendadas atualmente para a cultura do milho no Estado de Santa Catarina. No entanto, com o surgimento de novas cultivares com maior capacidade produtiva, aumentam as chances de resposta positiva do rendimento de grãos ao incremento na população de plantas. Esta tendência tem sido consistentemente demonstrada nos Estados Unidos por COX (1996), RUSSEL (1991) e CASTLEBERRY et al. (1984). Para trabalhos futuros, é importante que se teste uma faixa mais ampla de densidades de plantas, de forma que se possa melhor caracterizar as variações do rendimento através de mais pontos para a análise de regressão. Outro fator que merece ser considerado é o nível de adubação utilizado. É possível que a recomendação da ROLAS para a região Sul seja insuficiente para obtenção de rendimentos máximos com populações superiores a 60.000 pl/ha. Neste sentido, trabalho recente realizado no Canadá também sugere que densidades elevadas só devem ser utilizadas quando se aumenta o nível de adubação (LIANG et al., 1992).

## CONCLUSÕES

– As cultivares reagiram diferentemente à utilização de densidades superiores às recomendadas para a cultura do milho no Estado de Santa Catarina. O au-

mento da densidade de plantas não interferiu sobre o rendimento de grãos do híbrido superprecoce C 901 e reduziu linearmente o rendimento de grãos do híbrido precoce XL 370.

– O número de grãos por espiga de ambas as cultivares foi reduzido com o aumento na densidade de plantas, sendo o decréscimo mais acentuado para o híbrido de ciclo precoce.

– Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o número de espigas produzidas por planta.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O.; HOEFT, R.G. **Modern corn production**. Champaign: A and L Publ., 1986. 386p.
- CASTLEBERRY, R.M.; CRUM, C.W.; KRULL, C.F. Genetic yield improvement of U.S. maize cultivars under varying fertility and climatic environments **Crop Science**, Madison, v.24, p.33-36, 1984.
- CHENG, P.C.; PAREDY, D.R. Morphology and development of the tassel and ear. In: FREELING, M.; WALBOT, V. **The maize handbook**. New York: Springer-Verlag, 1994. Cap. 3, p.37-47.
- COX, W.J. Whole-plant physiology and yield responses of maize to plant density. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, p.489-496, 1996.
- EMPASC. **Zoneamento agroclimático do estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 1978. 70p.
- ESECHIE, H.A. Effect of planting density on growth and yield of irrigated maize (*Zea mays*) in the Batinah Coast region of Oman. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 119, p.165-169, 1992.
- GOMES, I.; KARAZAWA, M. Como a planta de milho se desenvolve. In: IAPAR. **A cultura do milho no Paraná**, Londrina, 1984. Cap. 3, p.33-49.
- LIANG, B.C.; REMILLARD, M.; MACKENZIE, A.F. Effects of hybrids, population densities, fertilization and irrigation on grain corn (*Zea mays* L.) in Quebec. **Canadian Journal of Plant Science**, Quebec, v. 72, p.1163-1170, 1992.
- MUCHOW, R.C.; SINCLAIR, T.R.; BENETT, J.M. Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, p.338-343, 1990.
- MUNSDTOCK, C.M. **Densidade de semeadura de milho para o Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS; ASCAR, 1977. 35p. (Boletim Técnico, 1).
- MUNSDTOCK, C.M.; SILVA, P.R.F. da. **Manejo da cultura do milho**. Porto Alegre:UFRGS, 1989. 76p. (Boletim Técnico).
- RUSSELL, W.A. Genetic improvement of maize yields. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 46, p. 245-298, 1991.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. 4.ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1992. 681p.
- SANGOI, L. Aptidão dos campos de Lages para a produção de milho em diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, p.51-63, 1993.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – REGIONAL SUL. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2.ed. Passo Fundo: SCBS/EMBRAPA – CNPT, 1989. 128 p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina**. Santa Maria: UFSM, 1973. 494 p.
- VIANA, A.C.; SILVA, A.F. da; MEDEIROS, J.B.; et al. **Cultura do milho**. Brasília: EMBRATER, 1983. p. 87-100.
- WESRGATE, M.E.; BASSETI, P. Heat and drought stress in corn: what really happens to the corn plant at pollination? In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 45, 1991, Chicago. **Proceedings...**, Chicago 1991. p.12-28.