

AUMENTO DA POPULAÇÃO DE PLANTAS E USO DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM MILHO¹

ALDO MEROTTO JUNIOR², ALTAMIR F. GLIIDLIN³, MILTON L. de ALMEIDA³ e HECTOR S. HAVERROTH⁴

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a capacidade de controle de plantas daninhas efetuada pelo aumento da população de plantas de milho em associação com diferentes métodos de controle de plantas daninhas. O experimento foi conduzido em Lages (SC) sob o delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas. Nas parcelas principais foram alocados os métodos de controle de plantas daninhas: 1) sem controle; 2) atrazine + metolachlor (1,4 + 2,1 kg/ha) em pré emergência; 3) nicosulfuron (60 g/ha) em pós-emergência; 4) atrazine + metolachlor em pré emergência e nicosulfuron em pós-emergência; e 5) capina até o florescimento. Nas sub parcelas foram alocadas as populações de plantas: 35 000, 50 000, 68 000 e 80 000

plantas.ha⁻¹. O aumento da população de plantas foi mais efetivo na diminuição da matéria seca de plantas daninhas nos tratamentos sem controle e com herbicida em pré emergência. As plantas daninhas promoveram maiores decréscimos no rendimento de grãos de milho na população de 80 000 plantas.ha⁻¹, onde a competição com plantas daninhas somou-se à competição intraespecífica que também é maior do que nas menores populações. O uso de altas populações de plantas diminui a competição com plantas daninhas, mas deve ser complementado com outros métodos de controle no início do desenvolvimento da cultura.

Palavras chave: Competição, manejo integrado, planta daninha, herbicida, *Zea mays*.

ABSTRACT

Increase of plant population and use of herbicides to control weeds in corn

The objective of this experiment was to evaluate the effectiveness of increasing corn plant population in association with different methods to control weeds. The trial was conducted in Lages, SC, using a randomized complete block design in a split plot arrangement. Five methods of weed control were located at the main plots: 1) check without control, 2) atrazine + metolachlor (1,4 +

2,1 kg/ha) in pre-emergency, 3) nicosulfuron (60 g/ha) in post emergency, 4) atrazine + metolachlor in pre-emergency and nicosulfuron in post emergency, and 5) hoeing up to flowering. Four plant population were tested at split plots: 35000, 50000, 68000 and 80000 plants.ha⁻¹. Increasing plant population was more effective to decrease weed dry matter when no additional control was

¹Recebido para publicação em 15/07/97 e na forma revisada em 21/10/97.

²Eng. Agrônomo. M. Sc. Professor Assistente da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Porto Alegre (RS). Caixa Postal 776. CEP 90001-970.

³Eng. Agrônomo. M. Sc. Professor da Faculdade de Agronomia da UDESC/CAV. Lages (SC). Caixa Postal 281. CEP 88502970.

⁴Acadêmico do Curso de Graduação em Agronomia. UDESC/CAV. Lages (SC)

performed or herbicide was used in pre emergent. Weed influence on corn grain yield was greater at 80 000 plantas.ha⁻¹ due to both weed and intraespecific competition. The use of high plant population can mitigate weed competition.

INTRODUÇÃO

O manejo integrado de plantas daninhas na cultura do milho é caracterizado pela adoção de técnicas que visam a racionalização do uso de herbicidas. Dentre as técnicas utilizadas podem ser destacadas o emprego de culturas intercalares (Haan *et al.*, 1994), cultivares mais competitivas (Ford & Pleasant, 1994), aplicação de herbicidas em faixas (Pleasant *et al.*, 1994), irrigação (Vangessel *et al.*, 1995) e menores espaçamentos entre linhas (Swanton & Weise, 1991).

O prejuízo potencial de plantas daninhas em lavouras de milho pode chegar a reduções de até 90% do rendimento de grãos (Ruedell, 1991). Esta redução é ocasionada principalmente pela competição interespecífica por água, luz e nutrientes (Swanton & Weise, 1991; Kapusta *et al.*, 1994) e também por dióxido de carbono, espaço físico e temperatura (Anderson, 1977). Destes fatores, a água é o fator mais limitante à obtenção de altos rendimentos de grãos (Cox, 1996). No entanto, a utilização de híbridos modernos, que apresentam maior eficiência no uso da radiação (Tollenaar & Aguilera, 1992), tem ressaltado a importância da competição por luz. Os prejuízos causados pela competição por luz podem ser de natureza quantitativa, através da competição direta por luz e também de forma qualitativa. As variações na qualidade da luz são decorrentes da absorção da luz vermelha (V) e a não absorção da luz vermelha extrema (Ve) pela comunidade. Esta relação é detectada pelo fitocromo, que desencadeia sinais que podem modular o crescimento e desenvolvimento das plantas (Ballaré *et al.*, 1995). As alterações na qualidade da luz ocorrem desde o surgimento das

However, it should be complemented with other methods of control during the early stages of corn development to achieve high grain yields.

Key words: Competition, integrated weed management, herbicide, *Zea mays*.

primeiras folhas, antes mesmo de iniciar a competição por água, nutrientes e pela própria quantidade de luz.

A interferência de plantas daninhas sobre o rendimento de grãos é variável durante o ciclo da cultura. Kapusta *et al.*, (1994) aponta que o rendimento de grãos de milho é mais relacionado com a duração da competição do que com a eficiência do controle das plantas daninhas. A importância da duração da competição é definida pelo período crítico de competição, que pode variar para o milho, desde os primeiros 28 (Hall *et al.*, 1992), 34 a 40 (Singh *et al.*, 1996), e até 56 dias após a emergência (Haan *et al.*, 1994). Esta variação é atribuída as diferentes condições de fertilidade e umidade do solo, época de cultivo, espécie de planta daninha, cultivar, arranjo e população de plantas (Hall *et al.*, 1992; Swanton & Weise, 1991).

A intensidade e a duração do estresse causado pelas plantas daninhas afetam a resposta do rendimento de grãos ao aumento da população de plantas de milho (Tollenaar *et al.*, 1994), que vem acontecendo nos últimos anos em virtude das características dos novos híbridos (Russel, 1991; Cox, 1996) e da maior utilização de fertilizantes e irrigação. A adoção de elevadas populações de plantas pode possibilitar o uso mais eficiente de água, luz e nutrientes pelas plantas de milho (Swanton & Weise, 1991), e assim, atuar como mais um método a ser utilizado no manejo integrado de plantas daninhas. Isto porque, com o maior fechamento da comunidade pelas plantas há um aumento na capacidade de competição com as plantas daninhas (Teasdale, 1994). Estes resultados podem ser mais promissores em regiões de altitude elevada, que apresentam temperaturas

noturnas mais baixas e assim, menor consumo de energia pela respiração. Além do que, nestas regiões as plantas apresentam menor crescimento, o que pode ser compensado pelo uso de densidades de plantas mais elevadas.

A grande necessidade de controle de plantas daninhas na cultura do milho é devido ao lento crescimento inicial das plantas e pelo uso de largos espaçamentos entre linhas (Tollenaar *et al.*, 1994). Desta forma, Ford & Pleasant (1994) apontam que o desenvolvimento de técnicas que promovam rápido fechamento da área podem somar-se ao controle efetuado pelos herbicidas e diminuir os efeitos das plantas daninhas sobre o rendimento de grãos.

O objetivo deste trabalho foi determinar a capacidade de controle de plantas daninhas efetuada pelo aumento da população de plantas de milho em associação com diferentes métodos de controle de plantas daninhas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano agrícola de 1995/1996, no município de Lages (SC) que se encontra a 27°52'30" de latitude Sul, 50°18'30" de longitude Oeste e 940m de altitude. Esta região possui clima mesotérmico com verões brandos, temperatura do mês mais quente inferior a 22°C e chuvas bem distribuídas. O solo da área experimental é do tipo Cambissolo úmico álico, cuja análise do solo apresentou pH = 6,0 ; P (Melich) = 9,7 µg.g⁻¹; K (Melich) = 52 µg.g⁻¹ ; Al = 0,0 Cmolc.dm⁻³ de solo e M.O = 37 g.dm⁻³. A área experimental foi cultivada com milho nas últimas três safras de verão seguido de pousio no inverno. O solo foi preparado com uma aração e duas gradagens três dias antes da instalação do experimento. A adubação foi realizada na linha de semeadura com 40, 60 e 100 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

O experimento foi instalado em delineamento de blocos ao acaso com arranjo dos

tratamentos em parcelas subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas foram alocados cinco métodos de controle de plantas daninhas: 1 - Sem controle (SC); 2 - Herbicida em pré emergência (PRÉ); 3 - Herbicida em pós-emergência (PÓS); 4 - Herbicida em pré + herbicida em pós - emergência (PRÉ + PÓS) e 5 - Capina até o florescimento (CAP). Nas subparcelas foram alocadas quatro populações de plantas: 35000, 50000, 68000 e 80000 plantas.ha⁻¹. O herbicida utilizado em PRÉ foi atrazine + metolachlor na dose de 1,4 + 2,1 kg/ha, em um volume de calda de 250 l.ha⁻¹, aplicado com bico leque tipo 110.03 com pulverizador pressurizado com CO₂ a uma pressão de 30 lb.pol⁻². As condições ambientais durante a aplicação foram de temperatura de 15°C, umidade relativa do ar de 85%, velocidade do vento de aproximadamente 5 km.h⁻¹ e umidade do solo de 13%. O herbicida utilizado em pós-emergência foi o nicosulfuron na dose de 60g.ha⁻¹, em um volume de calda de 200 l.ha⁻¹, aplicado com pulverizador pressurizado com CO₂ a uma pressão de 30 lb.pol⁻², com bico leque do tipo 100.03. A aplicação foi realizada 25 dias após a emergência, sendo que as condições climáticas foram de temperatura de 23°C, umidade relativa do ar de 80% e velocidade do vento de aproximadamente 5,0 km.h⁻¹.

O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,90 m e a semeadura foi realizada em 17 de novembro de 1995, utilizando-se o híbrido simples Cargill 901. A adubação de cobertura foi realizada quando as plantas estavam com 5 e 10 folhas, utilizando-se 60 kg.ha⁻¹ de N em cada aplicação.

A infestação de plantas daninhas foi avaliada aos 30 dias após a emergência nas parcelas sem controle de plantas daninhas e nas áreas laterais aos demais tratamentos, e demonstrou uma infestação uniforme de 168pl.m⁻² de papuã (*Braquiaria plantaginea* H.), 7 pl.m⁻² de picão-preto (*Bidens pilosa* L.), 14 pl.m⁻² de poaia branca (*Richardia brasiliensis* G.), 10 pl.m⁻²

de guanxuma (*Sida rhombifolia* L.) e 6 pl.m⁻² de macela (*Gamochaeta spicata* C.).

Cada subparcela foi constituída de 4 linhas de 6 m de comprimento, onde as determinações foram realizadas nas duas linhas centrais, excluindo-se 0,5 m de cada extremidade. A altura de planta foi estimada em 10 plantas por subparcela, medindo-se a distância entre o nível do solo e a extremidade do pendão. O rendimento de grãos foi avaliado sobre as espigas colhidas na área útil e corrigido para 13 % de umidade. O peso do grão foi determinado através do peso de 400 grãos e posteriormente corrigido para 13 % de umidade. O número de espigas por plantas foi obtido segundo o número total de espigas colhido na área útil e número de plantas existentes nesta. O número de grãos por espiga foi determinado conforme o peso do grão, o número de espigas e do peso total dos grãos na área útil de cada sub parcela. A quantificação de plantas daninhas foi realizada pela amostragem e corte das plantas localizadas na linha central de cada sub parcela em uma área de 0,25m², no momento da colheita do experimento. As plantas daninhas foram secas em estufa a 65°C até peso constante.

A análise estatística dos dados foi realizada pela análise da variância (teste F), sendo que para o tratamento de populações de plantas foi realizado análise de regressão e testados os modelos lineares e quadráticos e os métodos de controle de plantas daninhas foram analisados pela comparação dos coeficientes de declividade da reta "b" através do teste "t".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos de controle apresentaram variações na eficiência da eliminação das plantas daninhas (Figura 1 a). A aplicação de herbicida unicamente em PRÉ foi menos efetiva na diminuição da matéria seca das plantas daninhas do que as aplicações em PÓS, PRÉ + PÓS e capina até o florescimento. A baixa eficiência das

aplicações em PRÉ pode ser atribuída a baixa umidade do solo (Figura 2) que condicionou a perdas do herbicida e a não disponibilidade deste para evitar a emergência das plantas daninhas (Kapusta *et al.*, 1994). O aumento da população de plantas de milho foi eficiente na diminuição da matéria seca das plantas daninhas em todos os sistemas de controle (Figura 1 a). Este efeito foi maior para a aplicação em PRÉ e sem controle de plantas daninhas que foram os controles de plantas daninhas menos efetivos.

A aplicação de herbicidas em PÓS mesmo sendo efetiva na diminuição da matéria seca das plantas daninhas avaliadas na colheita, limitou o rendimento de grãos nas populações acima de 35000 pl.ha⁻¹ (Figura 1b). Esta diminuição do rendimento de grãos pode ser atribuída aos efeitos das plantas daninhas já serem efetivos mesmo no período anterior à aplicação do herbicida. Estes efeitos podem estar associados a grande variação do período crítico de competição (Swanton & Weise, 1991; Hall *et al.*, 1992). Os prejuízos sobre o rendimento de grãos foram detectados mesmo com o controle de plantas daninhas sendo realizado em um período de baixa competição entre as plantas. Os principais prejuízos às plantas de milho são atribuídos a competição por água, luz e nutrientes (Kapusta *et al.*, 1994). No entanto, no início do desenvolvimento da cultura à competição por estes fatores é considerada pequena devido à baixa demanda, ao pequeno sistema radicular e ausência de sombreamento entre as plantas. A diminuição do rendimento de grãos ocorrida mesmo com o eficiente controle de plantas daninhas nas aplicações com herbicida em PÓS (Figura 1a), aponta também para a existência dos efeitos relacionados a alteração da qualidade da luz entre a emergência e a morte das plantas neste tratamento. A variação na qualidade da luz é apontada por Ballaré *et al.*, (1995) como resultado da pequena absorção de luz vermelha extrema que é refletida pelas plantas e assim, diminui a relação VNe na comunidade. Desta forma, a qualidade da

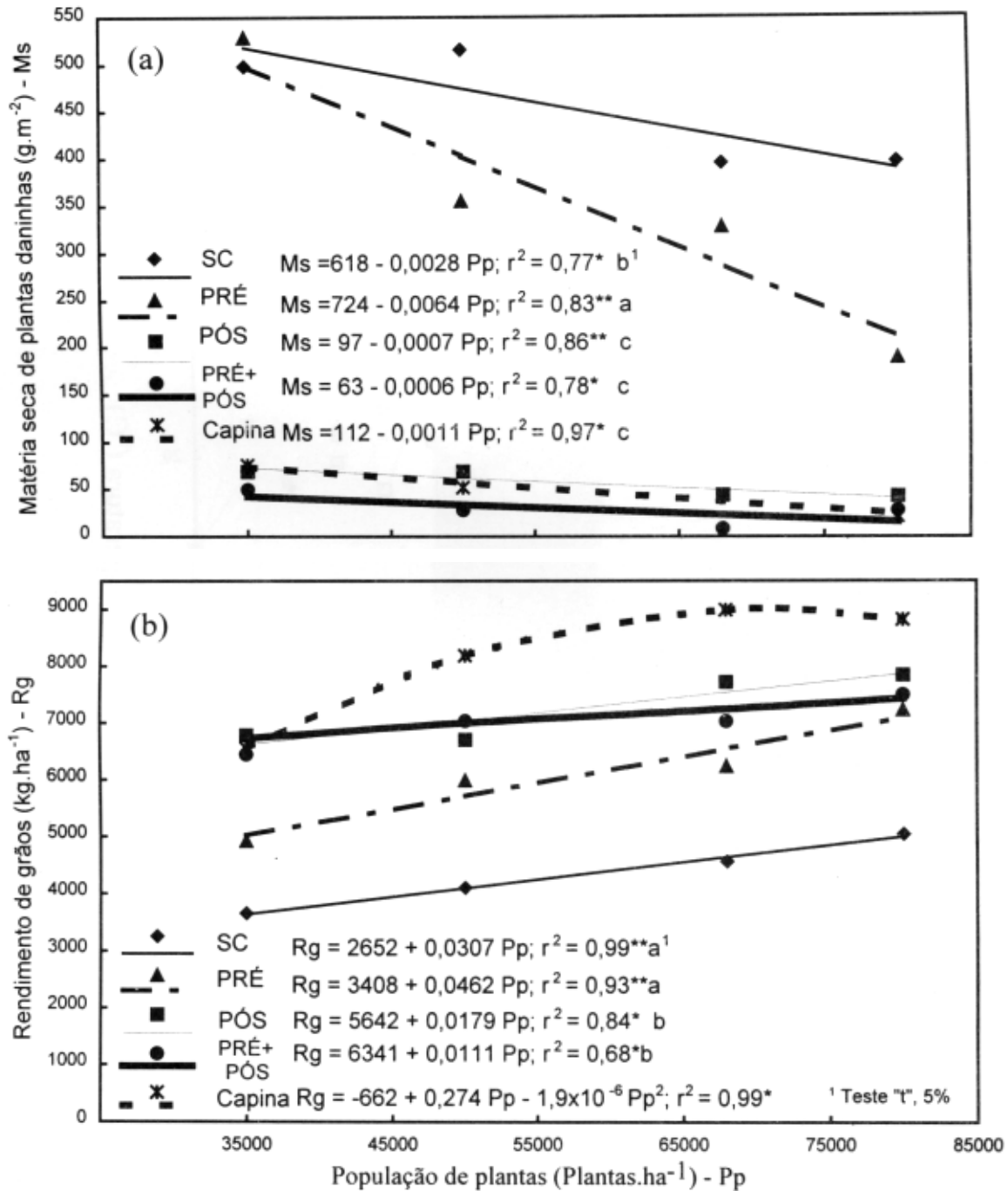


FIGURA 1. Matéria seca de plantas daninhas (a) e rendimento de grãos de milho (b) em função do aumento da população de plantas de milho e de diferentes métodos de controle de plantas daninhas. Lages (SC). 1995/96.

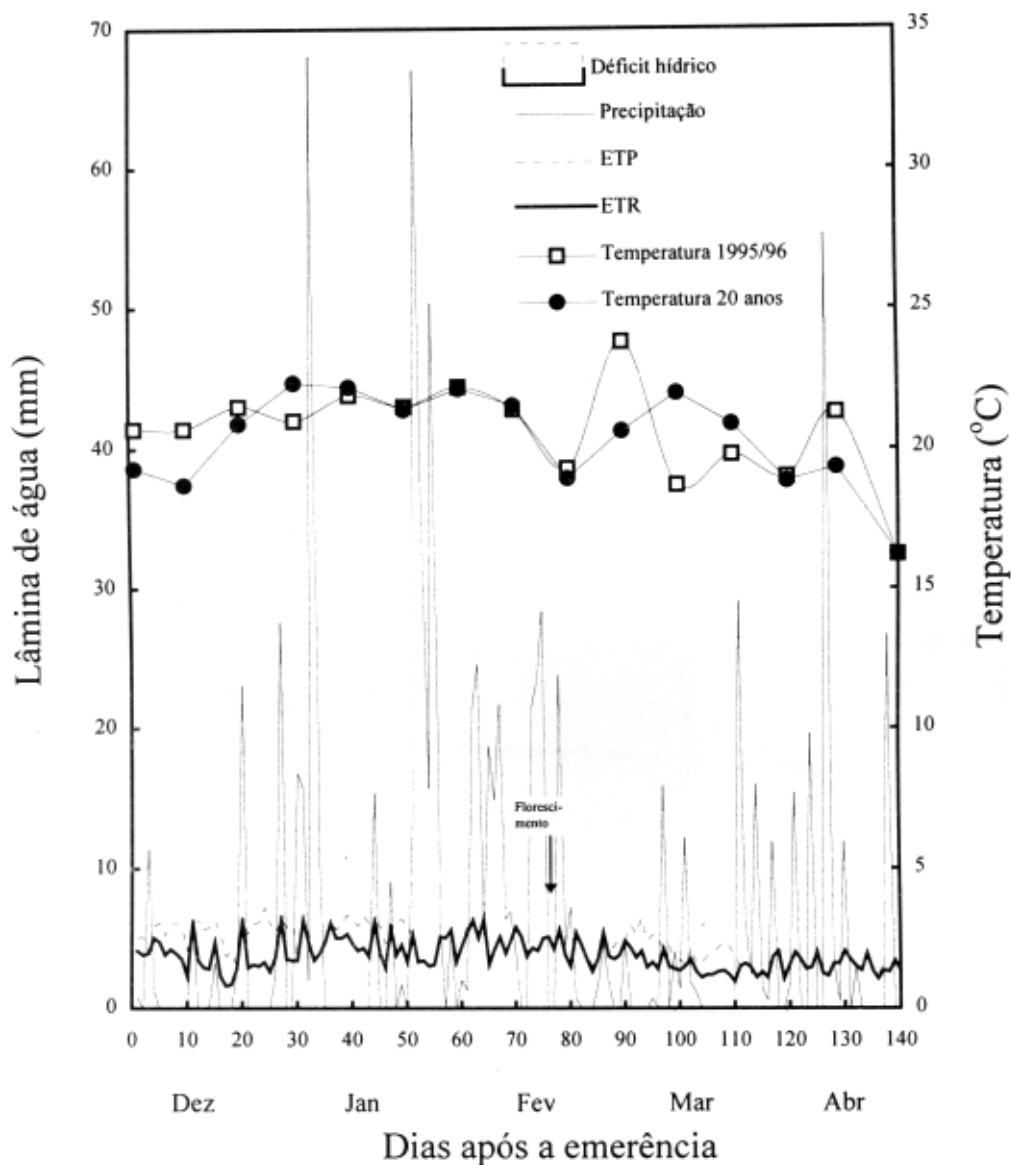


FIGURA 2. Balanço hídrico climatológico diário calculado segundo THORNTHWAITTE & MATTER para uma capacidade de armazenamento de água no solo de 75 mm, temperatura média diária ocorrida e temperatura média diária em 20 anos. Lages (SC). 1995/1996.

luz é alterada e pode servir como um sinal precoce de percepção entre as plantas na comunidade (Schmitt & Wulff, 1993). Estes sinais possivelmente alteram o crescimento e o desenvolvimento das plantas e podem ter contribuído para a limitação do rendimento de grãos no tratamento em PÓS. Os efeitos da

alteração na qualidade da luz sobre o rendimento de grãos podem ser superados por limitações de outros fatores, como água, nutrientes, temperatura, genótipo, e pela própria quantidade de luz. No entanto, os efeitos da qualidade da luz certamente somam-se a estes fatores limitantes e também possuem efeito sobre o rendimento de grãos. A

determinação dos efeitos da qualidade da luz em comunidade poderá ser utilizada para a melhor definição da época de aplicação de herbicidas em PÓS, de capinas e do período crítico de competição, principalmente em situações de altos níveis de rendimento de grãos.

O aumento da população de plantas proporcionou aumento do rendimento de grãos independente do sistema de controle de plantas daninhas (Figura 1b). Os tratamentos sem controle e PRÉ apesar de proporcionarem os menores rendimentos de grãos caracterizaram-se como as situações onde o incremento da população de plantas de milho isoladamente proporcionou maior aumento do rendimento de grãos. A utilização de capina até o florescimento foi a mais efetiva, onde o rendimento de grãos aumentou até a população de aproximadamente 70000 pl.ha⁻¹. A existência de déficit hídrico no período de crescimento da cultura e no período de enchimento de grãos (Figura 2) pode ter limitado a resposta do rendimento de grãos acima de 70000 pl.ha⁻¹, caracterizando a importância do suprimento de água em altas populações (Cox, 1996).

O aumento da competição interespecífica e intraespecífica diminuiu o número de espigas por planta (Figura 3a), que caracteriza-se como um componente do rendimento altamente afetado pela população de plantas (Cox, 1996; Esehie, 1992). No tratamento sem controle a competição com plantas daninhas foi superior aos efeitos do aumento da população de plantas, que não causou variação do número de espigas por planta (Figura 3a) e na altura de plantas (Figura 3b). O aumento da população de plantas causou incremento na altura de planta (Figura 3b). Isto pode ser atribuído aos efeitos qualitativos (Schmitt & Wulff, 1993; Ballaré *et al.*, 1995) e quantitativos (Esehie, 1992) da luz, tanto originados pelo maior número de plantas de milho como também pela presença de plantas daninhas. A maior altura de planta, mesmo em altas populações, não

ocasionou acamamento ou quebra de plantas, de maneira semelhante ao encontrado por Merotto Jr. *et al.*, (1997), caracterizando a capacidade da cultivar utilizada em suportar altas populações de plantas.

Os efeitos da competição também manifestaram-se através da diminuição do número de grãos por espiga (Figura 3c) e do peso do grão (Figura 3d). O número de grãos por espiga foi superior ao obtido por Merotto Jr. *et al.*, (1997) sob condições de déficit hídrico no florescimento, onde o aumento da população de plantas não afetou o número de grãos por espiga. A diminuição deste componente pelo aumento da competição é atribuída por Hashemi-Dezfouli & Herbert (1992) à formação de um menor número de flores, à menor fecundação devido ao aumento da protandria e ao abortamento de grãos após a fertilização. Petr *et al.*, (1988) caracterizam que com o aumento de 10000 plantas.ha⁻¹ o período de enchimento - espigamento aumenta em um dia, e isto contribui para a diminuição do número de grãos por espiga. Apesar da diminuição do número de espigas por planta e do número de grãos por espiga o aumento da população de plantas incrementou o número de espigas por m² que é altamente correlacionado com o rendimento de grãos e manifesta o aproveitamento da radiação solar pelas plantas (Andrade *et al.*, 1993).

A sensibilidade do rendimento de grãos relacionada aos efeitos da competição causados pelas plantas daninhas (Figura 4) caracteriza que a diminuição da matéria seca das plantas daninhas é mais efetiva para aumentar o rendimento de grãos na população de 80000 plantas.ha⁻¹, onde a maior exploração do ambiente pelas plantas de milho, aliadas ao incremento do controle de plantas daninhas reflete-se em maior rendimento de grãos. Entretanto, também caracteriza os maiores prejuízos que as plantas daninhas podem causar em altas populações de plantas, podendo nestas situações agravar os efeitos da competição e aumentar as perdas do rendimento de grãos.

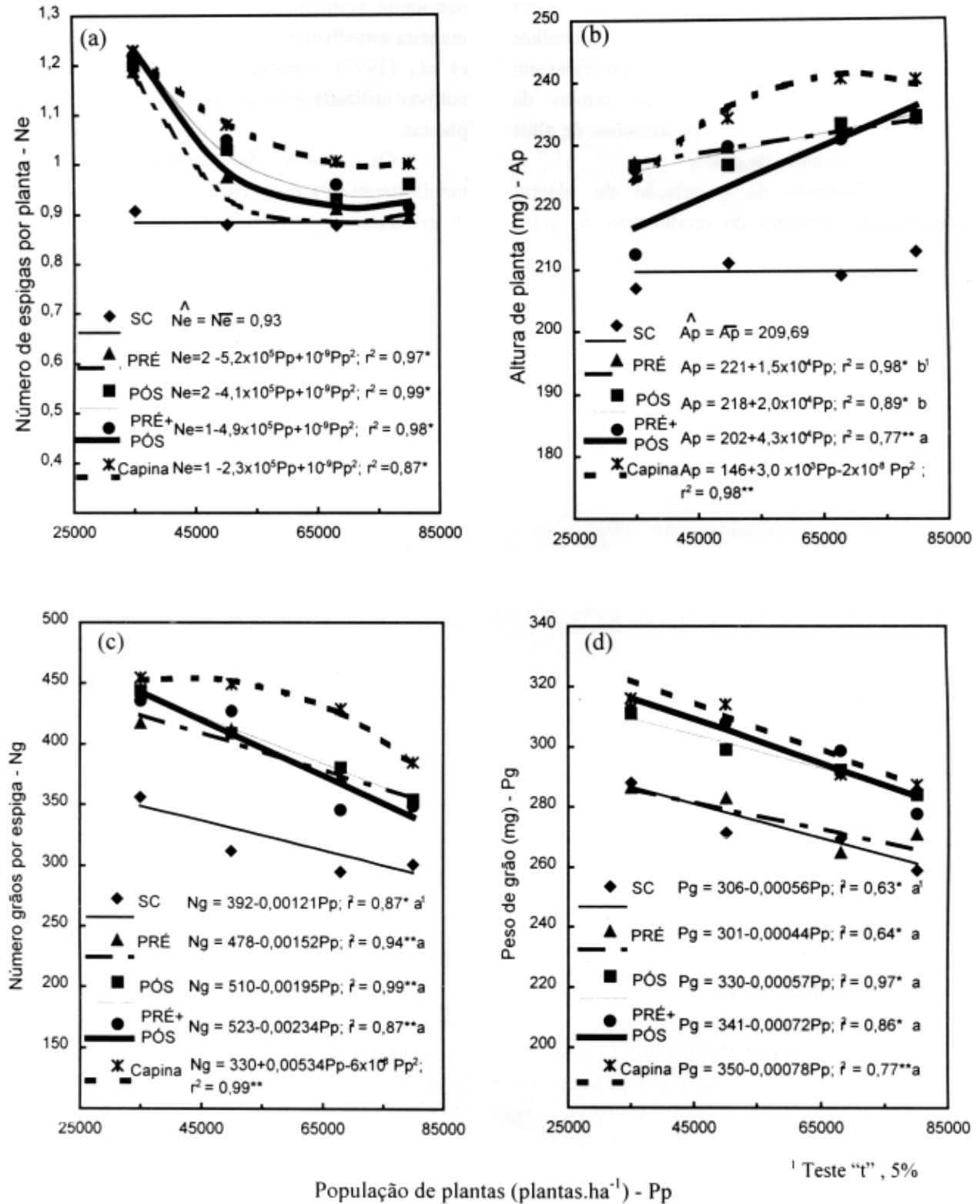


FIGURA 3. Número de espigas por planta (a), altura de planta (b), número de grãos por espiga (c) e peso do grão (d) em função do aumento da população de plantas de milho em diferentes métodos de controle de plantas daninhas. Lages (SC). 1995/96.

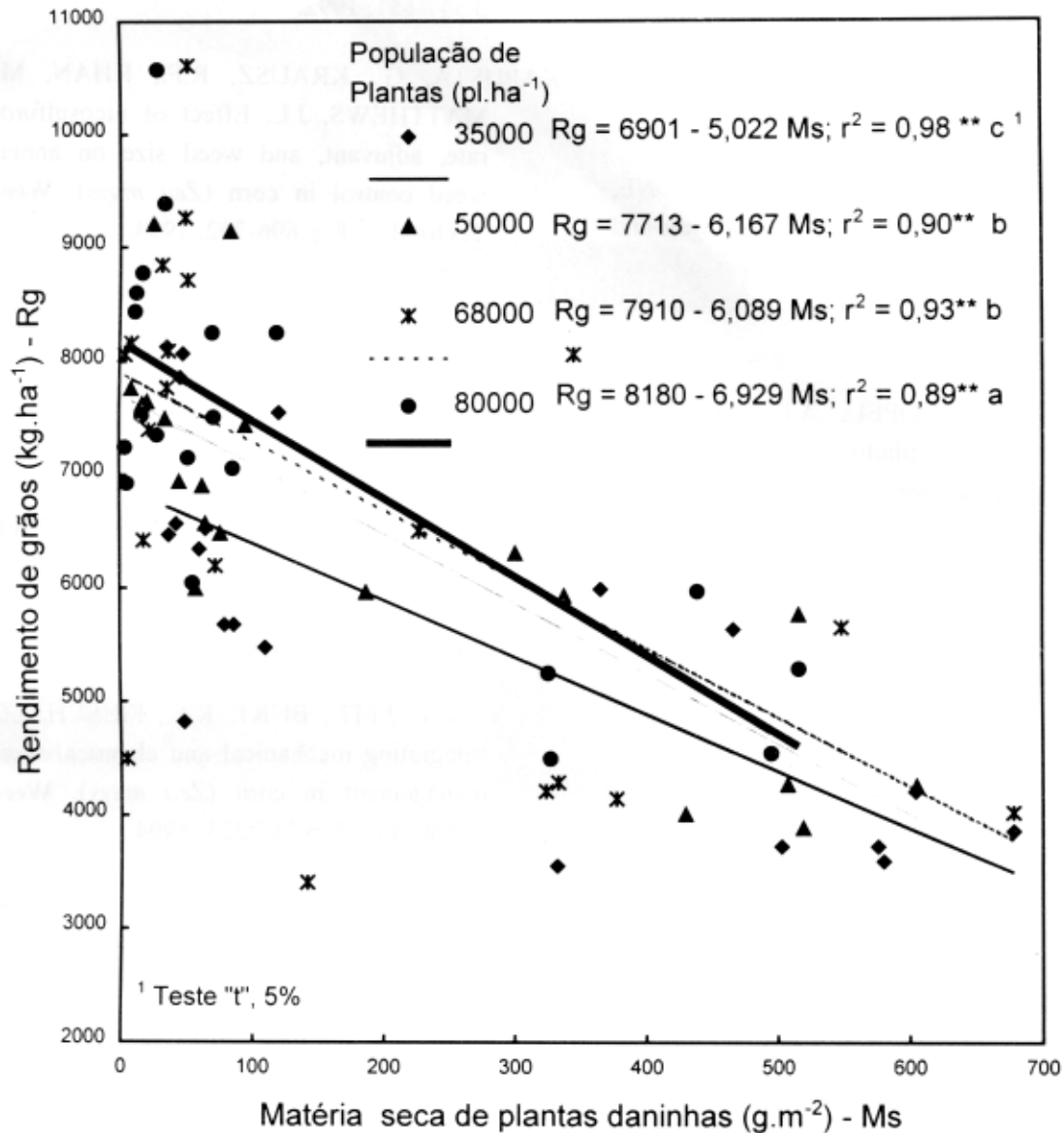


FIGURA 4. Rendimento de grãos em função da matéria seca das plantas daninhas obtida dos diferentes métodos de controle de plantas daninhas. Lages (SC). 1995/1996.

O aumento da população de plantas de milho diminui os efeitos da competição com plantas daninhas, principalmente para os métodos de controle menos efetivos. A competição efetuada pelas plantas daninhas é existente mesmo com aplicação de herbicidas em PÓS para

populações superiores a 35000 plantas.ha⁻¹. O controle de plantas daninhas é mais efetivo no aumento do rendimento de grãos nas maiores populações de plantas (Figura 4). Em altas populações de plantas a interferência causada pelas plantas daninhas aumenta os efeitos da

competição e as perdas do rendimento de grãos.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, W.P. **Weed Science: Principles**. 2 ed. West Publishing. 1983, cap 1: **Weeds**: p.1-64, 1977.
- ANDRADE, F.H., UHART, S.A., FRUGONE, M.I. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade versus plant density effects. **Crop Sci.**, v.33, p.482-485, 1993.
- BALLARÉ, C.L., SCOPEL, A.L. SÁNCHEZ, R.A. Plant photomorphogenesis in canopies, crop growth, and yield. **Hort Sci.**, v.30, n.6, p.1172-1181, 1995.
- COX, W.J. Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. **Agron. J.**, v.88, p.489-496, 1996.
- ESECHIE, H.A. Effect of planting density on growth and yield of irrigated maize (*Zea mays*) in the Batinah Coast region of Oman. **J. Agric. Sci.**, v.119, p.165-169, 1992.
- FORD, G.T., PLEASANT, J.M.T. Competitive abilities of six corn (*Zea mays* L.) hybrids with four weed control practices. **Weed Technol.**, v.8, p.124-128, 1994.
- HAAN, R.L., WYSE, D.L., EHLKE, N.J., MAXWELL, B.D., PUTNAM, D.H. Simulation of spring-seeded smother plants for weed control in corn (*Zea mays*). **Weed Sci.**, v.42, p.35-43, 1994.
- HALL, M.R., SWANTON, C.J., ANDERSON, G.W. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). **Weed Sci.**, v.40, p.441-447, 1992.
- HASHEMI-DEZFOULI, A, HERBERT, S.J. Intensifying plant density response of corn with artificial shade. **Agron. J.**, v.84, n.4, p.547-551, 1992.
- KAPUSTA, G., KRAUSZ, R.F., KHAN, M., MATTHEWS, J.L. Effect of nicosulfuron rate, adjuvant, and weed size on annual weed control in corn (*Zea mays*). **Weed Technol.**, v.8, p.696-702, 1994.
- MEROTTO JR., A., ALMEIDA, M. L., FUCHS, O. Aumento do rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, v.27, n.3, 1997, no prelo.
- PETR, J., CERNY, V., HRUSKA, L. **Yield formation in the main field crops**. New York:Elsevier, 1988, cap. 4: Yield formation in maize: p.154-172.
- PLEASANT, J.M.T., BURT, R.F., FRISCH, J.C. Integrating mechanical and chemical weed management in corn (*Zea mays*). **Weed Technol.**, v.8, p.217-223, 1994.
- RUEDELL, J. **Cultura do milho. Indicações técnicas para o Rio Grande do Sul**. Fundacep-Fecotrigo, 1991. 102p.
- RUSSELL, W.A. Genetic improvement of maize yields. **Advances Agron.**, v.46, p.245-298, 1991.
- SCHMITT, J., WULFF, R.D. Light spectral quality, phytochrome and plant competition. **Tree**, v.8, n.2, p.47-51, 1993.
- SINGH, M., SAXENA, M.C., ABU-IRMAILEH, B.E., AL-THAHABI, S.A., HADDAD, N.I. Estimation of critical period of weed control. **Weed Sci.**, v.44, p.273-283, 1996.

- SWANTON, C.J., WEISE, S.F. Integrated weed management: The rationale and approach. **Weed Technol.**, v.5, p.657-663, 1991.
- TEASDALE, J.R. Narrower rows, higher planting density cut corn herbicide use. **Agric. Res.**, p.8, 1994.
- TOLLENAAR, M., AGUILERA, A. Radiation use efficiency of an old and a new maize hybrid. **Agron. J.**, v.84, p.536-541, 1992.
- TOLLENAAR, M., DIBO, A.A., AGUILERA, A., WEISE, S.F., SWANTON, C.J. Effect of crop density on weed interference in maize. **Agron. J.**, v.86, p.591-595, 1994.
- VANGESSEL, M.J., SCHWEIZER, E.E., GARRET, K.A., WESTRA, P. Influence of weed density and distribution on corn (*Zea mays*) yield. **Weed Sci.**, v.43, p.215-218, 1995.