

Adequação da densidade de plantas à época de semeadura em milho irrigado

Plant density choice according to the sowing date of irrigated maize

Paulo Regis Ferreira da Silva¹, Alexandre Tadeu Piana³, Leonardo Barreto Maass², Michael da Silva Serpa², Luís Sangoi⁴, Vladirene Macedo Vieira², Paulo César Endrigo², Douglas Batista Jandrey²

Recebido em 30/11/2009; aprovado em 19/02/2010.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a densidade mais adequada nas semeaduras precoce e tardia de milho irrigado, em regiões com longa estação estival de crescimento. Foram conduzidos dois experimentos em Eldorado do Sul, RS. O primeiro foi implantado em 22/08/2006 (semeadura precoce). Nele foram testados os híbridos D 2B587 e NB 4214, em quatro densidades (55, 73, 91 e 110 mil pl ha⁻¹). O segundo foi instalado em 07/12/2007 (semeadura tardia) e testou os híbridos D 2B587 e AS 1565, em quatro densidades (45, 60, 75, e 90 mil pl ha⁻¹). Na semeadura precoce, o rendimento de grãos aumentou com o incremento na densidade até valores compreendidos entre 9,4 e 11 pl m⁻², dependendo do híbrido. Quando o milho foi semeado em agosto, seu rendimento superou a 15 t ha⁻¹ nas densidades mais altas. Na semeadura tardia, as maiores produtividades oscilaram entre 10 e 11 t ha⁻¹ e foram obtidas na densidade de 9 pl m⁻². O potencial de rendimento do milho irrigado é atingido com o uso de densidades elevadas, independentemente da época de semeadura.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L., práticas de manejo, produtividade de grãos, arranjo de plantas.

SUMMARY

This work aimed to determine the most suitable plant density for early and late sowing dates of irrigated maize in Brazilian regions with long growing season. Two experiments were carried out in Eldorado do Sul, southern Brazil. The first trial was set on 08/22/2006 (early sowing). It tested the hybrids D 2B587 and NB 4214 at four plant densities (55, 73, 91 and 110 thousand pl ha⁻¹). The second experiment was set on 12/07/2007 (late sowing). It evaluated the hybrids D 2B587 and AS 1565 at the plant densities of 45, 60, 75 and 90 thousand pl ha⁻¹. Both experiments were irrigated. At the early sowing, grain yield increased with the increment in plant density up to values ranging from 9.4 and 11 pl m⁻², depending on the hybrid. When maize was sown in August, grain yield was greater than 15 t ha⁻¹ at the higher plant densities. At the late sowing date, the highest kernel yields ranged from 10 to 11 t ha⁻¹ and were obtained using plant populations of 9 pl m⁻². The potential grain yield of irrigated maize in southern Brazil is reached using high plant densities, regardless of sowing date.

KEY WORDS: *Zea mays* L., management practices, grain yield, plant arrangement.

¹ Professor do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Bolsista do CNPq. Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Caixa Postal 15100, Porto Alegre-RS. E-mail: paulo.silva@ufrgs.br. Autor para correspondência.

² Acadêmicos do Curso de Agronomia - UFRGS/RS.

³ Syngenta Seeds, Rua Ângelo Boff, 243, CEP 99890 000, Maximiliano de Almeida, RS. E-mail: atpiana@yahoo.com.br.

⁴ Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor do Departamento de Agronomia do Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520 000, Lages, SC. E-mail: a2ls@cav.udesc.br..

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista de otimização da radiação solar, a época de semeadura mais adequada para a cultura do milho no sul do Brasil está compreendida entre meados de setembro e o final de outubro (SANGOI et al., 2007a). A semeadura neste período faz com que o florescimento e o início do enchimento de grãos ocorram em dezembro e janeiro, meses em que os dias são mais longos e há maior ocorrência de radiação solar (FORSTHOFER et al., 2004).

Em grande parte do RS a probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica em dezembro e janeiro é de 60% (MATZENAUER et al., 2002). Assim, quando o milho é semeado na época preferencial para maximizar o aproveitamento da radiação solar, há grande probabilidade de que a fase mais crítica da cultura à estiagem, compreendida entre o início do pendoamento até 30 dias após (NEID et al., 2005), coincida com o período de restrição hídrica. Alterações na época de semeadura podem ser utilizadas como estratégia de escape da deficiência hídrica quando não se dispõe de irrigação suplementar. Elas também podem ser empregadas para otimizar a eficiência de uso da terra, em lavouras irrigadas e em regiões com longa estação estival de crescimento (FORSTHOFER et al., 2006). Existem duas alternativas para evitar que o período de florescimento e início de enchimento de grãos não coincida com a estiagem: a antecipação e o retardamento da semeadura em relação à época de outubro e novembro.

São consideradas semeaduras precoces no sul do Brasil aquelas realizadas entre o final de julho e o começo de setembro, antes do início da primavera (SANGOI et al., 2007a). Nessa época, a menor radiação solar incidente e a temperatura mais baixa do ar diminuem as velocidades de crescimento e desenvolvimento da cultura, resultando na formação de menores área foliar por planta, índice de área foliar e estatura de planta (SANGOI et al., 2001).

As semeaduras tardias são aquelas realizadas nos meses de dezembro e janeiro, entre o final da primavera e o início do verão (SANGOI et al., 2007a). A semeadura tardia do milho é uma importante opção de cultivo em sucessão a fumo, feijão e batata, por intensificar o uso da terra e

proporcionar maior diversidade de renda ao produtor. Porém, nessa época o potencial de rendimento de grãos é mais baixo devido à menor quantidade de radiação solar durante o período de enchimento de grãos e à maior incidência de doenças foliares e de colmo (FORTSHOFER et al., 2006).

Além da escolha correta da época de semeadura, a adoção do arranjo de plantas adequado é um fator essencial para obtenção de elevados rendimentos de grãos de milho. A densidade é a forma mais importante de manipulação do arranjo de plantas devido à baixa capacidade de perfilhamento e à limitada prolificidade da planta de milho (SILVA et al., 2006).

Nas semeaduras precoces podem ser requeridas maiores densidades de plantas como estratégia para compensar o menor desenvolvimento vegetativo da planta, devido às menores disponibilidades térmica e de radiação solar durante o período vegetativo (PIANA et al., 2008). Por outro lado, nas semeaduras tardias a adoção de altas densidades de plantas pode não ser uma prática cultural recomendável, por favorecer a incidência de moléstias foliares e de grãos ardidos, bem como o acamamento de plantas (CASA et al., 2007).

A maioria dos trabalhos sobre a resposta de híbridos de milho à densidade de plantas no sul do Brasil foi realizada na época de semeadura preferencial (outubro/novembro), sob condições de irrigação suplementar (SILVA et al., 2006). Além disso, resultados experimentais tem evidenciado que os híbridos liberados mais recentemente têm apresentado altos rendimentos de grãos, mesmo na época de semeadura precoce (agosto), tendo-se obtido produtividades de até 17,0 t ha⁻¹ (VIEIRA et al., 2008).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi determinar a densidade de plantas mais adequada para a cultura do milho nas épocas de semeadura precoce e tardia, em regiões com longa estação estival de crescimento do Brasil.

MATERIALE MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos a campo, no município de Eldorado do Sul (30° 05' latitude Sul, 51° 39' longitude Oeste e 42m altitude), região

ecoclimática da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul. O clima da região é subtropical úmido "Cfa", conforme classificação de Köppen. O primeiro experimento foi implantado na estação de crescimento 2006/07 (semeadura precoce) e o segundo na de 2007/08 (semeadura tardia).

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2006). As amostras de solo coletadas antes da implantação de cada experimento apresentaram as seguintes características físico-químicas: argila: 230 e 300 mg kg⁻¹; pH (água): 5,4 e 5,9; P: 33,3 e 46 mg L⁻¹; K: 152 e 178 mg L⁻¹; MO: 24 e 23 mg kg⁻¹; CTC: 9,2 e 9,8 cmol_c L⁻¹, para o primeiro e segundo experimentos, respectivamente. A área experimental está sendo cultivada em sistema de plantio direto há 17 anos, onde no verão é feita rotação com as culturas de soja e milho.

No primeiro experimento, implantado em 22 de agosto de 2006, foram testados os híbridos simples de milho D 2B587 (folhas decumbentes), da empresa Dow Agrosience, e NB 4214 (folhas eretas), da empresa Syngenta Seeds, em quatro densidades de plantas (55, 73, 91 e 110 mil pl ha⁻¹). Antecedendo a cultura do milho, como cobertura de solo no inverno, foi cultivado nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), cujo rendimento de massa seca foi de 3,13 t ha⁻¹. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, dispostos em parcelas divididas, com quatro repetições. O fator híbrido foi locado nas parcelas principais e a densidade de plantas nas subparcelas. Durante a semeadura, foram aplicados 31, 123 e 123 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O. Em cobertura, aplicou-se um total de 170 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia, em duas épocas. A primeira cobertura nitrogenada foi realizada no estágio V₆₋₇ (70 kg ha⁻¹) e a segunda no estágio V₁₀₋₁₁ (100 kg ha⁻¹), conforme escala proposta por Ritchie et al. (1993).

No segundo experimento, instalado em 07 de dezembro de 2007, foram testados os híbridos simples D 2B587, da Dow Agrosience, e AS 1565, da empresa Agroeste, em quatro densidades (45, 60, 75, e 90 mil pl ha⁻¹). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, dispostos em fatorial 2 X 4, com quatro repetições. Antecedendo a cultura do milho foi cultivada a ervilhaca comum (*Vicia sativa*),

com rendimento de massa seca de 3,8 t ha⁻¹. Aplicaram-se na semeadura 25, 100 e 100 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Em cobertura foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia, no estágio V₆₋₇ da escala de Ritchie et al. (1993). Nos dois experimentos, a quantidade de água disponível no solo foi mantida próxima à capacidade de campo mediante suplementação hídrica. A irrigação foi realizada por aspersão sempre que o potencial de água no solo era inferior a - 0,04 Mpa, com vazão de 8,0 mm hr⁻¹.

As unidades experimentais nos dois ensaios foram constituídas por oito linhas, com cinco metros de comprimento, espaçadas em 0,7 m entre si. Todas as avaliações foram feitas nas quatro fileiras centrais de cada parcela, excetuando-se 0,5 m na extremidade de cada linha, perfazendo uma área útil de 11,2 m². As determinações realizadas nos dois experimentos foram rendimento de grãos e seus componentes e rendimento de massa seca da parte aérea por ocasião da colheita. No primeiro experimento, também foi determinado o rendimento de massa seca da parte aérea no espigamento da cultura. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo F-teste, ao nível de significância de 5%. Sempre que alcançada significância estatística, fez-se a análise de regressão dos dados em função de densidade de plantas, testando-se os modelos linear e quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na semeadura precoce houve interação entre híbridos e densidades de plantas para rendimento de grãos (Figura 1A). Para o híbrido de folhas decumbentes (D 2B587), o rendimento de grãos aumentou linearmente com o incremento da densidade de plantas até 11,0 pl m², sendo que o acréscimo de uma planta por metro quadrado na densidade aumentou em 600 kg ha⁻¹ o rendimento de grãos. Já para o híbrido de folhas eretas (NB 4214), o rendimento aumentou de forma quadrática até a densidade de 9,1 pl m² e decrescendo posteriormente. A densidade que propiciou o máximo rendimento de grãos do NB 4214 foi 9,4 pl m². Comparando-se os híbridos em cada densidade, verificou-se maior rendimento de grãos do híbrido de folhas eretas nas densidades intermediárias (7,3 e 9,1 pl m²). Já na

densidade mais alta (11,0 pl m⁻²), a resposta se inverteu, com o híbrido de folhas decumbentes atingindo rendimento superior ao de folhas eretas. Esse comportamento não confirmou a hipótese arrolada por Sangoi e Silva (2006) e Strieder et al. (2007) de que híbridos de folhas eretas requerem maior densidade de plantas para otimizar o rendimento de grãos que os de folhas decumbentes.

Na semeadura precoce, a resposta do rendimento de massa seca da parte aérea no espigamento foi similar à verificada para rendimento de grãos (Figura 2). O híbrido D 2B587 (folhas decumbentes) aumentou linearmente o rendimento de massa seca com o incremento da densidade de plantas até a densidade de 11,0 pl ha⁻¹, enquanto no híbrido NB 4214 (folhas eretas) a resposta foi quadrática. A diferença na resposta do rendimento de grãos e de massa seca dos híbridos ao incremento da densidade pode estar relacionada à estatura de planta. As plantas

do híbrido NB 4214 apresentam maior estatura do que as do D 2B587. Com o aumento da competição interespecífica por água, nutrientes e luz devido ao incremento da densidade de plantas, o híbrido com menor estatura de planta tolera melhor o adensamento do que o de porte mais baixo. Comportamento semelhante foi reportado por Sangoi et al. (2002) no estado de Santa Catarina.

O número de espigas por metro quadrado aumentou 40% e de forma linear com o incremento da densidade de 5,5 para 11 pl m⁻², na média dos dois híbridos testados (Figura 1B). O número de grãos por espiga foi afetado pela interação entre híbrido e densidade (Figura 1C). Para o híbrido de folhas decumbentes D 2B587, que atingiu seu máximo rendimento na densidade de 11 pl m⁻², a regressão não foi significativa. Já para o híbrido NB 4214, o número de grãos por espiga diminuiu linearmente de 600 para 482 com o incremento da densidade de

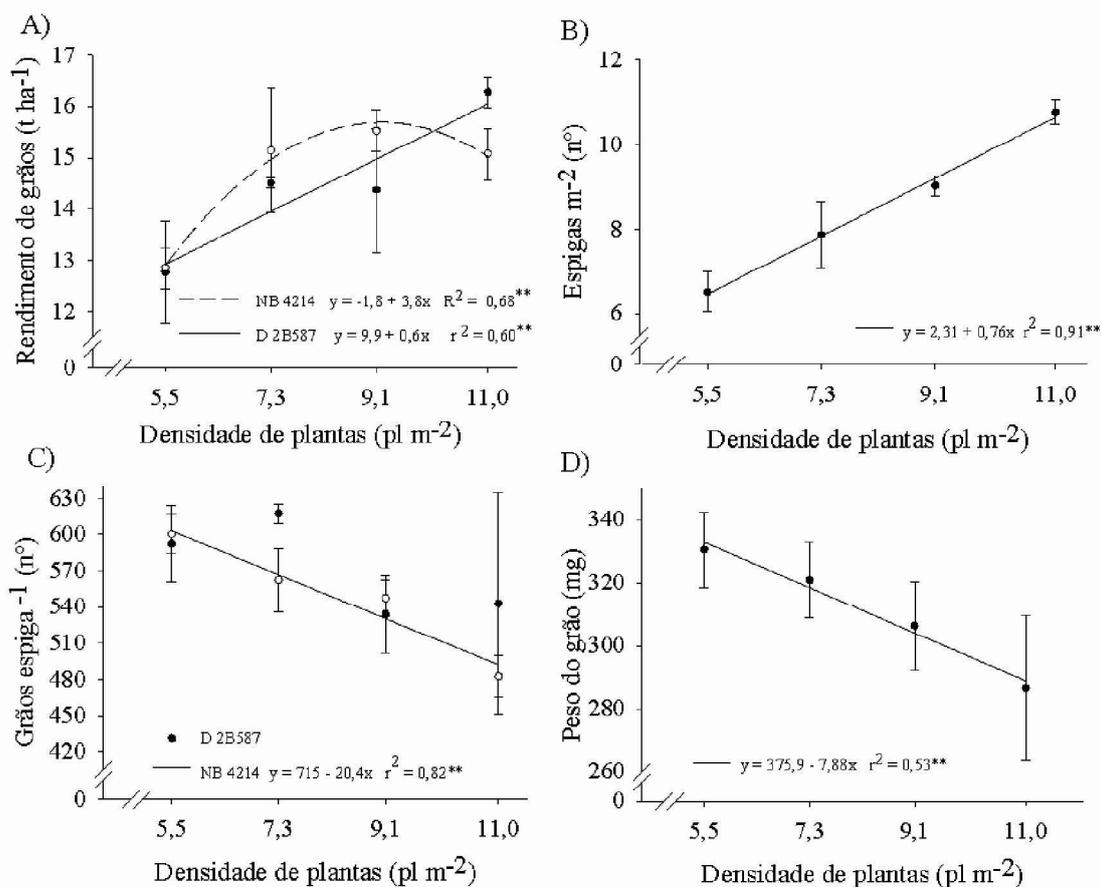


Figura 1- Rendimento de grãos (A) e número de grãos por espiga (C) dos híbridos de milho NB 4214 e D 2B587 e número de espigas por metro quadrado (B) e peso do grão (D), na média dos dois híbridos, em função da densidade de plantas, na época de semeadura precoce (22/08/2006). Eldorado do Sul, RS.

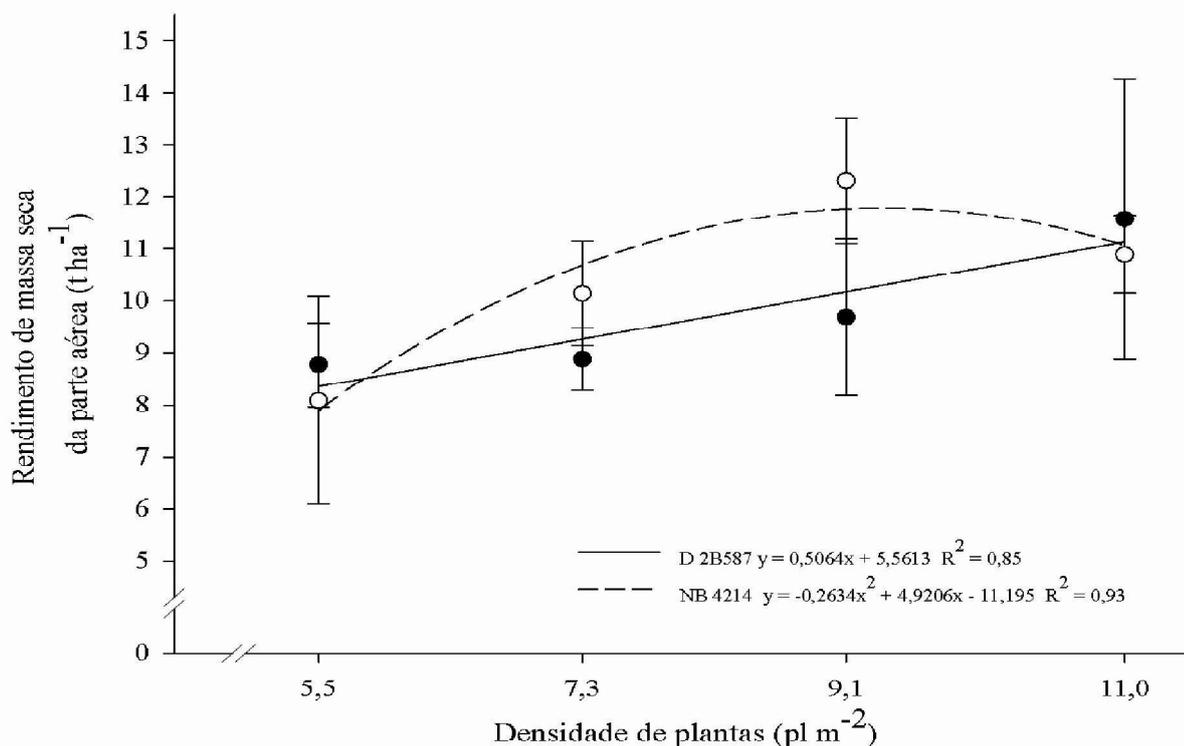


Figura 2 - Rendimento de massa seca da parte aérea da planta no espigamento dos híbridos de milho NB 4214 (folhas eretas) e D 2B587 (folhas decumbentes) na época de semeadura precoce (22/08/2006) em função da densidade de plantas. Eldorado do Sul, RS.

plantas de 5,5 para 11,0 pl m². Isto explica a redução no rendimento do NB 4214 na densidade mais alta. Já o peso do grão diminuiu linearmente 13% com incremento da densidade de plantas, na média dos dois híbridos testados (Figura 1D).

O rendimento de massa seca da parte aérea na colheita do milho semeado em agosto aumentou linearmente com o incremento da densidade de plantas, na média dos dois híbridos (Figura 3A). Isto provavelmente ocorreu porque densidades mais altas aumentam o índice de área foliar e a interceptação da radiação solar (SANGOI et al., 2007b).

Na semeadura precoce, o incremento da população de plantas propiciou a obtenção de tetos de produtividade superiores a 15 t ha⁻¹, na densidade ótima de cada híbrido. Em experimento realizado anteriormente no mesmo local, Silva et al. (1999) não observaram aumento do rendimento de grãos na semeadura de agosto com incremento da densidade de plantas de 5,0 para 9,0 pl m². Todavia, os rendimentos máximos observados naquele experimento foram de 6,0 t ha⁻¹, muito abaixo do

potencial dos híbridos atuais disponíveis no mercado para semeaduras precoces.

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam que o incremento da densidade de plantas, associado ao uso de irrigação complementar, são estratégias eficientes para minimizar a diminuição do potencial de rendimento da semeadura de agosto em relação à de outubro. Com base neles, pode-se recomendar um incremento na densidade de plantas (20%) para o milho semeado precocemente no estado do Rio Grande do Sul (INDICAÇÕES, 2007).

No experimento conduzido na época de semeadura tardia, o rendimento de grãos também foi afetado pela interação entre híbridos e densidades de plantas (Figura 4A). O rendimento de grãos aumentou de forma quadrática para os dois híbridos, sendo alcançados rendimentos máximos com 8,9 pl m² para o híbrido AS 1565 e com 9,1 pl m² para o híbrido D 2B587. O híbrido AS 1565 apresentou menor rendimento que o D 2B587 nas duas densidades de plantas mais baixas (4,5 e 6,0 pl ha⁻¹). Nas maiores densidades (7,5 e 9,0 pl ha⁻¹), os rendimentos foram

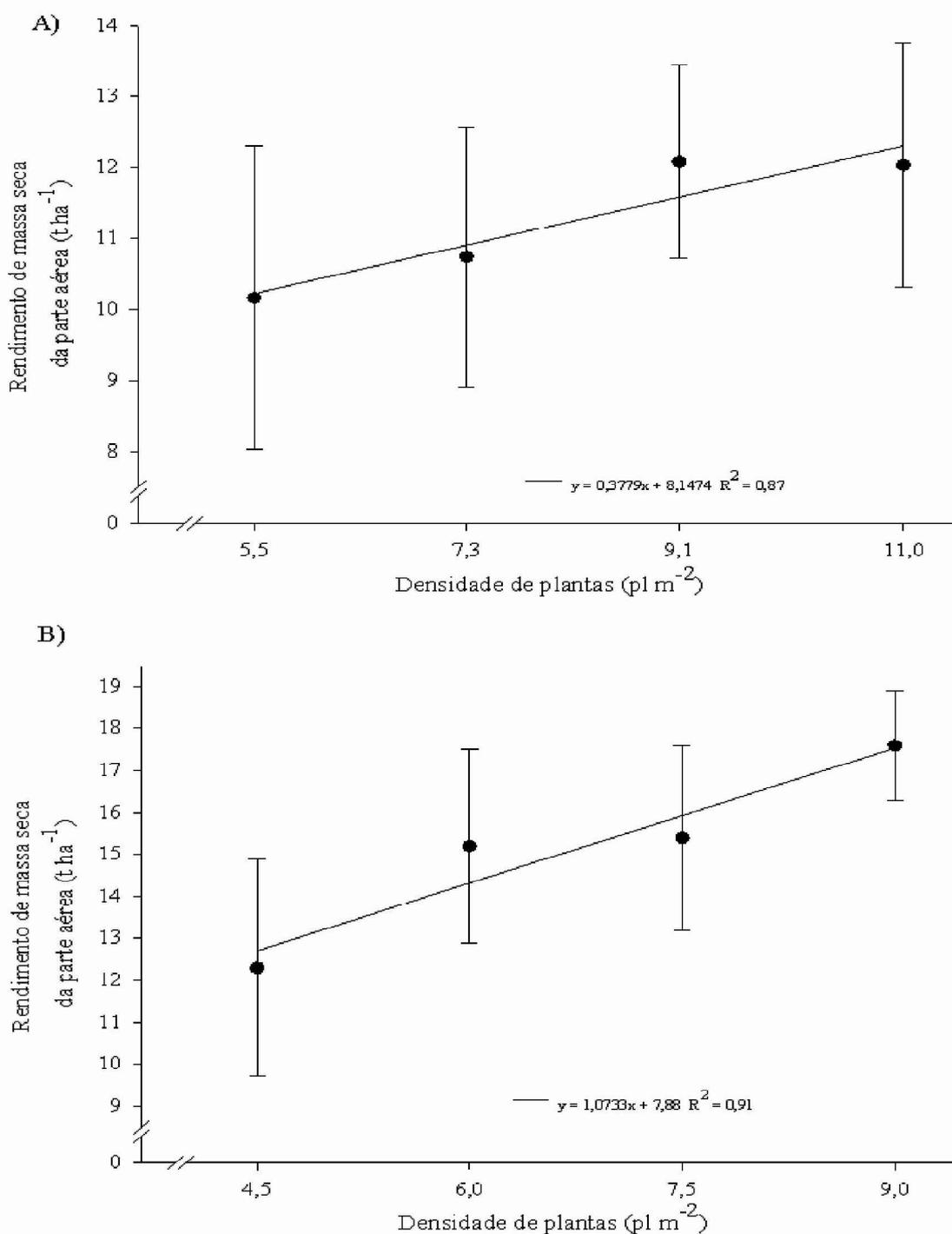


Figura 3 - Rendimento de massa seca da parte aérea (palha), na média dos híbridos NB 4214 e D 2B587 (A), na colheita na época de semeadura precoce (22/08/2006) e rendimento de massa seca da parte aérea (palha), na média dos híbridos AS 1565 e D 2B587 (B), na colheita na época de semeadura tardia (07/12/2007). Eldorado do Sul, RS.

semelhantes. O híbrido AS 1565 é mais precoce do que o D 2B587. Híbridos precoces apresentam menor desenvolvimento vegetativo e menor área foliar por planta do que híbridos tardios (SANGOI, 2001). A precocidade pode ter limitado a capacidade de produção de fotoassimilados do AS 1565 nas densidades mais baixas e, conseqüentemente, o rendimento de grãos. Assim como ocorreu no experimento realizado na época precoce, o incremento da densidade de plantas foi uma estratégia eficiente para aumentar o rendimento de grãos dos híbridos de milho irrigado avaliados na época de semeadura tardia.

O número de espigas por metro quadrado aumentou linearmente com o incremento da densidade de 4,5 para 9,0 pl m⁻², na média dos dois híbridos (Figura 4B). O número de grãos por espiga apresentou comportamento oposto, diminuindo linearmente com o incremento da densidade de plantas (Figura 4C). Já para peso do grão houve interação entre híbrido e densidade. Enquanto o híbrido D 2B587 aumentou o peso do grão de forma quadrática, o híbrido AS 1565 decresceu linearmente com o incremento da densidade de plantas de 4,5 para 9,0 pl m⁻² (Figura 4D).

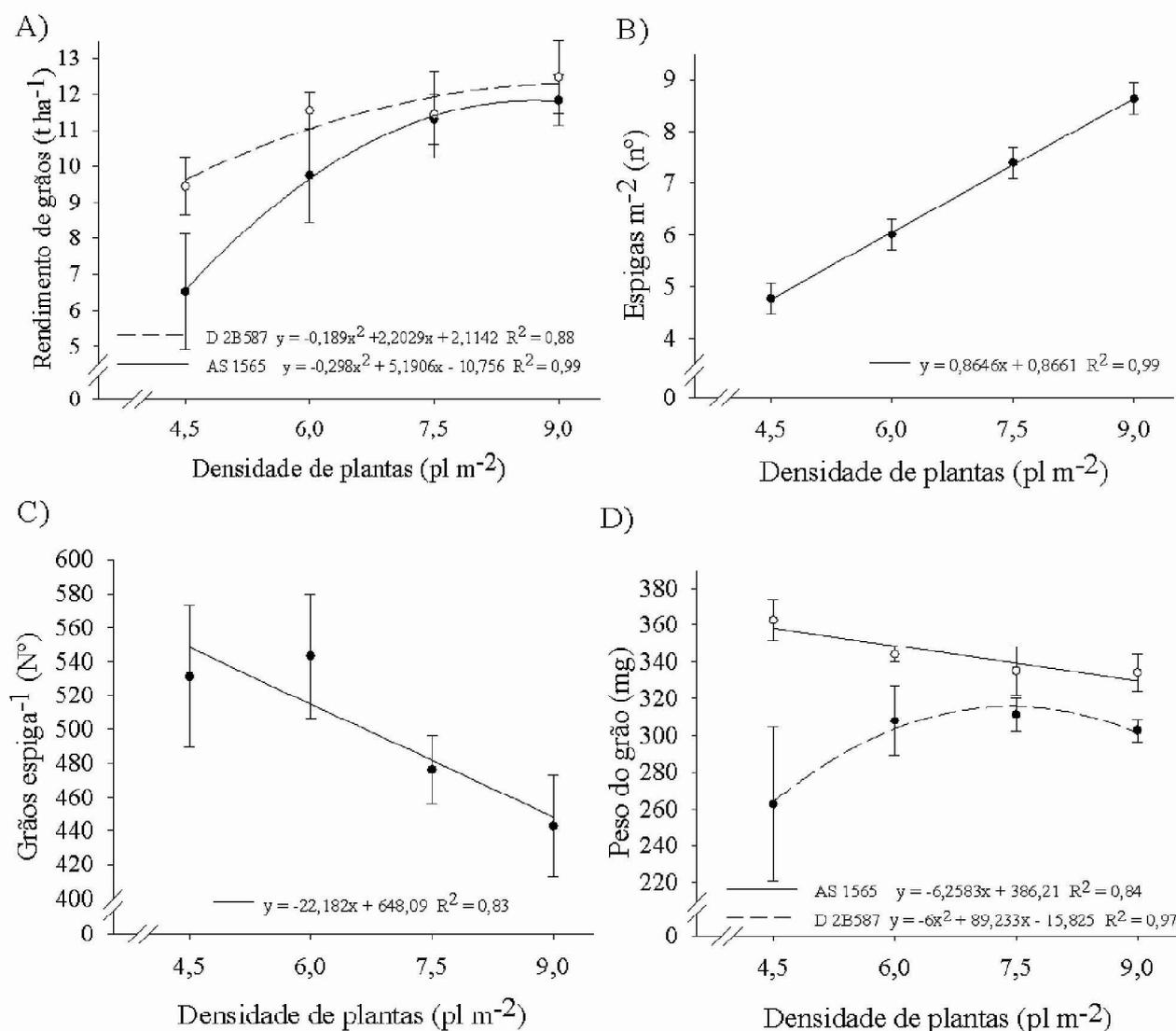


Figura 4 - Rendimento (A) e peso do grão (D) dos híbridos de milho AS 1565 e D 2B587 e número de espigas por metro quadrado (B) e de grãos por espiga (C), na média dos dois híbridos, em função da densidade de plantas, na época de semeadura tardia (07/12/2007). Eldorado do Sul, RS.

Os rendimentos de grãos superiores a 10 t ha⁻¹ registrados nas densidades mais altas superaram as produtividades obtidas por Silva et al. (1999) e Forsthofer et al. (2006), em trabalhos realizados na mesma região com épocas de semeadura tardias. Registrou-se resposta positiva do rendimento de grãos ao incremento na densidade de plantas até 9,0 pl m², sem que houvesse incidência significativa de doenças foliares, de colmo e grãos ardidos, fatores apontados por Sangoi et al. (2007a) como limitantes ao uso de altas densidades nas semeaduras tardias.

Na semeadura de dezembro, também houve aumento linear do rendimento de massa seca da parte aérea dos híbridos utilizados com o incremento na densidade de plantas (Figura 3B). Os valores de fitomassa na colheita do milho semeado em dezembro foram numericamente mais altos do que os obtidos na semeadura de agosto. Contudo, não houve incidência de plantas acamadas na semeadura tardia, que poderia ser um fator restritivo ao uso de altas densidades nesta época de semeadura (ZANIN, 2007).

Aumentos no potencial produtivo dos híbridos contemporâneos de milho foram reportados por Sangoi et al. (2002), Tollenaar e Lee (2002), Tokatlides e Koutrobas (2004), Forsthofer et al. (2006) e Hammer et al. (2009), em diferentes regiões produtoras. Os altos tetos de rendimento atingidos atualmente ressaltam a elevada resposta da cultura às práticas de manejo. Em regiões com longa estação estival de crescimento podem ser atingidas altas produtividades numa ampla faixa de época de semeadura com o incremento na densidade de plantas, desde que se disponha de irrigação e que se adote alto nível de manejo na condução da lavoura.

Com a semeadura na época precoce, a área é liberada mais cedo, principalmente quando o milho é destinado para silagem. Isto possibilita o cultivo de outras culturas de verão em sucessão, como a safrinha do feijão ou a semeadura mais tardia da soja. Por outro lado, a semeadura do milho na época tardia também pode ser uma alternativa interessante, possibilitando o cultivo do milho em sucessão a culturas de primavera com ciclo curto, como fumo e os plantios de safra da batata e do feijão. A antecipação e o retardamento da semeadura do milho viabilizam o cultivo de outras culturas de verão na

mesma estação de crescimento, aumentando a eficiência de uso da terra e maximizando o uso do equipamento de irrigação.

CONCLUSÕES

O milho irrigado apresenta alto potencial de rendimento de grãos numa ampla faixa de época de semeadura em regiões com longa estação estival de crescimento.

A utilização de densidades superiores a 8 pl m² potencializa o rendimento de grãos do milho irrigado nas semeaduras realizadas em agosto e dezembro.

É possível obter rendimentos elevados de milho irrigado pelo incremento na densidade de plantas tanto nas semeaduras precoces quanto nas tardias.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela concessão das bolsas de pesquisa.

Às empresas Dow Agrosciences, Agroeste Sementes e Syngenta Seeds, pelo apoio financeiro para condução da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASA, R. T.; MOREIRA, E.; BOGO, A.; SANGOI, L.. Incidência de podridões de colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, p. 353-357, 2007.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em < <http://www.conab.gov.br> >. Acessado em 15 de maio de 2008.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FORSTHOFER, E.L.; SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; RAMBO, L. Desempenho fenológico e agrônômico

- de três híbridos de milho em três épocas de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, p.1341-1348, 2004.
- FORSTHOFER, E.L.; SILVA, P.R.F. da; STRIEDER, M.L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A. A. Desempenho agrônomo e econômico do milho em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.399-407, 2006.
- REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO E SORGO. **Indicações Técnicas para o Cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul**. Santo Ângelo, RS: EMATER/ASCAR,URI, 2007. 204 p.
- HAMMER, G.L.; DONG, Z.; MCLEAN, G.; DOHERTY, A.; MESSINA, C.; SCHUSSLER, J.; ZINSELMEIER, C.; PASZKIEWICZ, S.; COOPER, M. Can changes in canopy and/or root system explain historical maize yield trends in the U.S. Corn Belt? **Crop Science**, Madison, v. 49, p. 299-312, 2009.
- MATZENAUER, BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; MALUF, J.R.T. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2002. 105p. (BOLETIM FEPAGRO, 10).
- NIED, A.H.; HELDWEIN, A.B.; ESTEFANEL, V.; SILVA, J.C. da; ALBERTO, C.M. Épocas de semeadura do milho com menor risco de ocorrência de deficiência hídrica no município de Santa Maria, RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, p.995-1002, 2005.
- PIANA, A.T. **Incremento na densidade de plantas como estratégia para aumentar o potencial de rendimento de grãos de milho na época de semeadura precoce no Estado do Rio Grande do Sul**. 2007. 103f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- RITCHIE, S.W.; JOHN, J. H.; GARREN, O.B. **How a corn plant develops?** Ames: Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service, 1993. (Special Report n.48).
- SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, p. 159-168, 2001.
- SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L. de; HEBERLE, P.C. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 861-869, 2001.
- SANGOI, L.; GRACIETTI, M. A.; RAMPAZZO, C.; BIANCHET, P. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 79, p. 39-51, 2002.
- SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da. Alta densidade e espaçamento entre linhas reduzido em milho. **Revista Cultivar**, Pelotas, v. 87, p. 10-15, 2006.
- SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos**. Lages, SC. Graphel, 2007a. 96 p.
- SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C. G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de planta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, p. 263-271, 2007b.
- SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G.; REZERA, F. Resposta de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p.585-592, 1999.
- SILVA, P.R.F. da; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre, RS. Evangraf, 2006. 64 p.
- STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F. da; ARGENTA, G.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; SILVA, A. A. da; ENDRIGO, P. C. A resposta do milho irrigado ao espaçamento entre linhas depende do híbrido e da densidade de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 634-642, 2007.
- TOKATLIDIS, I.S; KOUTROUBAS, S.D. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.88, p.103-114, 2004.
- TOLLENAAR, M., LEE, E. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 75, p. 161-169. 2002.
- VIEIRA, V.M.; SILVA, P.R.F. DA; PIANA, A.T.;

JANDREY, D.B.; SERPA, M.S.; STRIEDER, M.L.; MENEZES, G. Desempenho agronômico de genótipos de milho na época de semeadura precoce sob níveis de manejo alto e médio. In: 52ª Reunião Técnica Anual de Milho e 35ª Reunião Técnica Anual de Sorgo, 2007, Santo Ângelo. **Atas e Resumos**, 2007.

ZANIN, C.G. **Área foliar, senescência e uniformidade de desenvolvimento na adaptação ao adensamento de plantas de cultivares de milho com bases genéticas contrastantes**. 2007. 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina.