

Integração de práticas de manejo para diferentes expectativas de rendimento de grãos de milho cultivado em área de arroz irrigado

Andrei Jose Marafon⁽¹⁾; Paulo Regis Ferreira da Silva⁽²⁾; Rodrigo Schoenfeld⁽³⁾; José Antônio Celestino Alves⁽¹⁾; Bruno Piceti Chiesa⁽⁴⁾; Mateus Guilherme Goldmeier⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da Faculdade de Agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; andrei.marafon@gmail.com; ⁽²⁾Docente Colaborador da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pesquisador do CNPq e Consultor Técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz; ⁽³⁾Pesquisador do Instituto Rio Grandense do Arroz; ⁽⁴⁾Aluno de graduação, bolsista de Iniciação Científica CNPq; Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RESUMO: O cultivo de milho em área de arroz irrigado apresenta potencialidades e desafios a serem superados. Nessas áreas, a determinação do potencial de rendimento de grãos, sob diferentes sistemas de produção, é uma ferramenta importante para a tomada de decisões no manejo do milho. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial produtivo e a viabilidade financeira do milho implantado sob quatro níveis de manejo em área de arroz irrigado. Os tratamentos constaram de manejo diferenciado (**Tabela 1**), para obtenção de quatro expectativas de produtividades de grãos de milho (6, 9, 12 e mais de 15 t ha⁻¹), pela variação de quatro fatores: irrigação, adubação de sementeira, adubação nitrogenada e potássica em cobertura e densidade de plantas. Esses níveis de manejo foram denominados, respectivamente, Baixo, Médio, Alto e Potencial. Plantas de milho apresentaram maior estatura e menor diâmetro de colmo à medida que aumentou o nível de manejo. O rendimento de grãos de milho aumentou à medida que aumentou o nível de manejo. Em relação ao nível de manejo Baixo, foram observados incrementos de 25, 75 e 110 % no rendimento de grãos, respectivamente, com a aplicação dos níveis de manejo Médio, Alto e Potencial. De maneira similar ao rendimento de grãos, a margem bruta obtida aumentou com a melhoria do nível de manejo, variando de R\$2.094,00 por hectare no nível de manejo Baixo a R\$3.322,00 por hectare no nível de manejo Potencial.

Termos de indexação: *Zea mays*, adubação, densidade de plantas, irrigação.

INTRODUÇÃO

Várias instituições de pesquisa vêm desenvolvendo pesquisa com milho em área de arroz irrigado ao longo do tempo. Recentemente, houve uma demanda para que o IRGA retomasse

essa linha de pesquisa. Em função disso, começaram a ser avaliados, em condições de cultivo em áreas orizícolas do RS, os efeitos de fatores isolados sobre o rendimento de grãos, como densidade de plantas (Marafon et al., 2014), métodos de irrigação em diferentes híbridos de milho (Maass et al., 2015) e sistemas de drenagem (Rodrigues, 2015). No entanto, não há trabalhos em desenvolvimento para avaliar o efeito da interação dos diferentes fatores de produção. Para cultivo de milho em terras altas (Forsthofer et al., 2006) e para arroz irrigado (Mariot et al., 2009), já se dispõe desse tipo de informação, considerando tanto aspectos técnicos como financeiros.

A determinação do potencial de rendimento de grãos de milho, sob diferentes sistemas de produção, é uma ferramenta importante para a tomada de decisões em seu manejo. Também é importante a compatibilização das análises técnica e financeira dos sistemas de produção para definir o manejo da cultura mais adequado para cada situação.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial produtivo e a viabilidade financeira do milho implantado sob quatro níveis de manejo em área de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo durante o ano agrícola 2015/16, na Estação Experimental do Arroz, do Instituto Rio Grandense do Arroz (EEA/IRGA), em Cachoeirinha-RS, na região ecoclimática da Depressão Central do RS, situada a 29°55'30" de latitude sul e a 50°58'21" de longitude oeste e à altitude de 7 m acima do nível do mar, em um Gleissolo Háptico Distrófico típico (Streck et al., 2008), de textura franco-argilosa. A análise de solo, realizada em maio de 2015, indicou os seguintes valores: argila 210 g kg⁻¹; pH em água: 5,6; P: 25 mg dm⁻³; K: 35 mg dm⁻³; CTC pH 7: 5,8 cmolc dm⁻³ e MO: 23 g kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de manejo diferenciado (**Tabela 1**), para obtenção de quatro expectativas de rendimento de grãos de milho (6, 9, 12 e mais de 15 t ha⁻¹), obtidas pela variação de quatro fatores: irrigação, adubação de semeadura, adubação nitrogenada e potássica em cobertura e densidade de plantas. Esses níveis de manejo foram denominados, respectivamente, Baixo, Médio, Alto e Potencial. O híbrido e as demais práticas de manejo foram uniformes para os quatro níveis de manejo (tratamento de sementes, espaçamento entrelinhas, sistema de drenagem (microcamalhão) e controle de plantas daninhas e pragas), de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do milho (INDICAÇÕES, 2013).

A semeadura do milho foi realizada em 29 de outubro de 2015, sobre microcamalhões, com duas linhas de plantas em cada um, com auxílio de saraquá. A distância entre microcamalhões foi de 1,0 m. O híbrido utilizado foi o DKB 240 VTPRO2, da empresa Dekalb Sementes. Em todos os níveis de manejo, as sementes foram tratadas com 6 ml kg⁻¹ de sementes do inseticida Cruiser 350 FS (tiametoxam i.a. 350 g L⁻¹), e 1,5 ml kg⁻¹ de sementes do fungicida Maxim (fludioxonil i.a. 25 g L⁻¹). Nos níveis de manejo Baixo e Médio, aplicou-se a adubação nitrogenada de cobertura em uma só vez, no estágio V₅, segundo a escala de Ritchie et al. (1993). Já nos níveis de manejo Alto e Potencial, a adubação em cobertura foi dividida em três aplicações, nos estádios V₅, V₈ e V₁₂. Como fonte de N foi utilizada a ureia com inibidor de urease, para minimizar perdas por volatilização da amônia.

Os níveis de manejo Baixo e Médio foram conduzidos sob condições naturais de precipitação pluvial. Já nos níveis Alto e Potencial foi realizada irrigação sempre que necessária, pela instalação de oito sondas, para determinar a umidade volumétrica do solo, com auxílio do equipamento Hidrofarm, da Falker. Com base em leituras neste aparelho, as irrigações foram realizadas quando a umidade volumétrica do solo atingia 0,18 m³ m⁻³. Este é o valor próximo à umidade correspondente ao limite hídrico inferior da cultura do milho, obtido a partir da curva de retenção de água no solo da área experimental. Foi utilizado o sistema de irrigação por sulco, aplicando-se lâmina de 30 mm de água por rega. Foram realizadas sete irrigações, nos estádios V₈, V₁₅, V₁₆, R₁, R₂, R₂ e R₃, respectivamente.

Tabela 1 - Níveis de manejo em milho em Gleissolo, Cachoeirinha-RS, 2015/16.

Nível de manejo	Densidade (pl m ²)	Adubação de base (kg ha ⁻¹)			Adubação de cobertura (kg ha ⁻¹)		Irrigação
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	K ₂ O	
Baixo	5	30	45	40	60	40	Sem
Médio	7	30	90	90	100	90	Sem
Alto	9	30	135	120	200	120	Com
Potencial	11	30	225	150	300	150	Com

As determinações realizadas no milho foram as seguintes: rendimento de massa seca no espigamento; diâmetro de colmo; estatura de planta; teor relativo de clorofila nas folhas nos estádios V₁₁ e V₁₇; componentes do rendimento (número de espigas por metro quadrado, número de grãos por espiga e peso do grão) e rendimento de grãos, com correção de umidade para 130 g kg⁻¹. A área útil para avaliação do rendimento foi de 10,0 m².

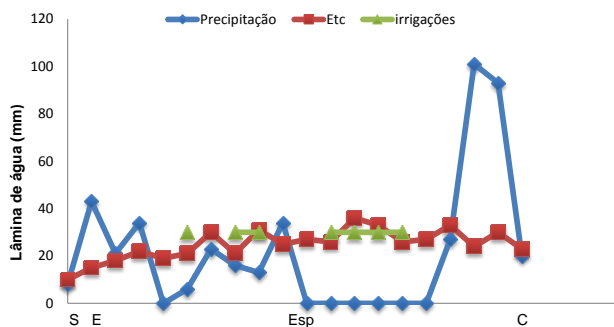
A análise financeira foi baseada na metodologia usada pela FECOAGRO/RS para determinação do custo de produção das culturas (MINETTO, 2005). Foi utilizado o termo margem bruta, que é a diferença entre a receita bruta e o dispêndio efetuado, para avaliar o retorno financeiro dos diferentes sistemas de produção de milho em áreas de arroz irrigado. No cálculo dos dispêndios, não foram consideradas as remunerações à terra, às construções e às instalações, nem os juros sobre o capital (desembolso). Em relação aos tratamentos culturais, foram consideradas a dessecação, a semeadura, a aplicação de defensivos e as adubações de base e de cobertura. Nas operações de colheita, transporte e secagem foram considerados os valores médios pagos por serviço terceirizado na região da Depressão Central, do estado do RS. Para obtenção dos valores dos insumos, foi realizado o levantamento de preços em três agropecuárias da região metropolitana de Porto Alegre, sendo utilizada a média desses valores. Os valores para cálculo da receita bruta obtida com a venda do milho foram baseados no preço médio pago ao produtor no mês de abril dos últimos três anos (35 R\$ sc⁻¹) (2014, 2015 e 2016).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e, quando significativa, aplicou-se o teste de Duncan (p < 0,05) para comparação entre médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Logo após o espigamento, durante a primeira

metade do período de enchimento de grãos, ocorreu um período de estiagem de, aproximadamente, 30 dias (**Figura 1**), cujos efeitos se manifestaram nos níveis de manejo Baixo e Médio, conduzidos sem irrigação.



Legenda: Etc = Evapotranspiração da cultura; S = Semeadura; E = Emergência; Esp = Espigamento e C = Colheita

Figura 1. Precipitação pluvial e irrigações realizadas no período entre a semeadura e a maturação fisiológica da cultura do milho, referente ao ano agrícola 2015/16. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

Na leitura realizada no estágio V_{11} , O teor relativo de clorofila na folha não variou entre níveis de manejo (**Tabela 2**). Já numa leitura mais tardia, no estágio V_{17} , os teores relativos de clorofila foram maiores nos níveis de manejo Alto e Potencial, em relação aos níveis Baixo e Médio, já evidenciando a resposta à adubação nitrogenada em cobertura. O rendimento de massa seca da parte aérea do milho no espigamento aumentou até o nível de manejo Alto, diminuindo no nível de manejo Potencial (**Tabela 2**). Já a estatura de planta foi menor nos níveis de manejo Baixo e Médio em relação aos níveis Alto e Potencial. Isso se deve às menores densidades de plantas utilizadas, que determinaram menor competição intraespecífica. Inversamente, o diâmetro de colmo (**Tabela 2**) diminuiu à medida que aumentou o nível de manejo, devido à maior competição intraespecífica que ocorre entre plantas com o aumento da densidade.

O número de espigas por metro quadrado aumentou com o aumento do nível de manejo, em função do aumento da densidade de plantas (**Tabela 2**). Já o número de grãos por espiga foi maior no nível de manejo Baixo em relação aos demais, que não diferiram entre si. Com a diminuição da densidade nesse nível de manejo aumenta o tamanho de espiga. O peso do grão foi menor nos níveis de manejo Baixo e Médio em relação aos níveis Alto e Potencial.

O rendimento de grãos aumentou à medida que aumentou o nível de manejo (**Tabela 2**). Em relação

ao nível de manejo Baixo, foram observados incrementos de 25, 75 e 110 % na produtividade de grãos, respectivamente, com a aplicação dos níveis de manejo Médio, Alto e Potencial. Isso se deve, principalmente, ao efeito da deficiência hídrica nos níveis em que não houve irrigação (Baixo e Médio), associado às menores adubação e densidade de plantas utilizadas no nível de manejo Baixo.

O custo de produção do milho variou de 55 sc ha^{-1} , no nível Baixo, a 147 sc ha^{-1} , no nível Potencial (**Tabela 3**). Os níveis de manejo que obtiveram maior retorno financeiro foram o Potencial e Alto, sendo de, respectivamente, R\$ 3.322,00 e R\$ 2.988,00. Mesmo nos níveis de manejo Baixo e Médio, o retorno foi positivo nesse ano agrícola, sendo de R\$ 2.094,00 e R\$ 2.317,00, respectivamente.

Tabela 2 - Rendimento de grãos, componentes do rendimento e outras características agrônômicas do milho cultivado em área de arroz irrigado em função de quatro níveis de manejo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

Característica	Nível de manejo				CV (%)
	Baixo	Médio	Alto	Potencial	
Rendimento de grãos ($t ha^{-1}$)	6,91 c	8,62 c	12,12 b	14,54 a	7,45
Espigas m^{-2} (No.)	4,85 d	6,87 c	8,62 b	10,50 a	3,52
Grãos espiga $^{-1}$ (No.)	468 a	412 b	408 b	408 b	7,81
Peso do grão (mg)	303 b	302 b	349 a	339 a	3,01
SPAD V_{11}	47,5 ns	49,50	50,50	49,75	8,19
SPAD V_{17}	42,25 b	42,75 b	55,56 a	54,25 a	6,46
Matéria seca no espigamento ($t ha^{-1}$)	8,47 d	11,30 c	16,30 a	13,67 b	7,47
Altura de inserção do pendão (m)	2,36 b	2,33 b	2,59 a	2,55 a	1,89
Diâmetro de colmo (cm)	2,41 a	2,30 ab	1,98 c	2,05 c	8,10

CV¹: Coeficiente de variação; ²V: Estádio fenológico, conforme escala de Ritchie et al. (1993); ns: não significativo pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Tabela 3 - Margem bruta da cultura do milho cultivado em área de arroz irrigado em função de quatro níveis de manejo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

	Nível de manejo			
	Baixo	Médio	Alto	Potencial
Custo total (R\$ ha ⁻¹) =	1.931,00	2.723,00	4.082,00	5.148,00
Custo total (sc ha ⁻¹) =	55	78	117	147
Produção (sc ha ⁻¹) =	115	144	202	242
Preço (R\$ sc ⁻¹) =	35,00	35,00	35,00	35,00
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹) =	4.025,00	5.040,00	7.070,00	8.470,00
Margem bruta (R\$ ha ⁻¹) =	2.094,00	2.317,00	2.988,00	3.322,00

CONCLUSÃO

O rendimento de grãos e a margem bruta obtidos com o cultivo de milho em área de arroz irrigado aumentam com a melhoria do nível de manejo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão de bolsas de pós-graduação ao primeiro e ao quarto co-autores e de bolsas de iniciação científica aos outros dois co-autores.

REFERÊNCIAS

FORSTHOFER, E.L. et al. Desempenho agrônomo e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.399-407, 2006.

INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA O CULTIVO DO MILHO E DO SORGO NO RIO GRANDE DO SUL SAFRAS 2013/2014 e 2014/2015 /Editores técnicos, Beatriz MartiEmygdio, Ana Paula Schneid Alonso da Rosa e Mauro César Celaro. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 124 p.

MARAFON, A.J.; SILVA, P.R.F. da; SHOENFELD, R.; RODRIGUES, J.F. MAASS, M.B.; CORREIA, S. L. Resposta de híbridos de milho à densidade de plantas em área de arroz irrigado. In: Anais / XXX Congresso Brasileiro de Milho e Sorgo, 04 a 07 de agosto de 2014, Salvador, BA. ABMS. CD-Rom. 2014.

MARIOT, C.H.P.; VIEIRA, V.M.; SILVA, P.R.F. da; MENEZES, V.G.; OLIVEIRA, C.F. de; FREITAS, T.F.S. de. Práticas de manejo integradas para produção de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.3, p.243-250, 2009.

MINETTO, T. Revista Custo de Produção. Anos 42, 43 e 44. Porto Alegre: Federação das Cooperativas Agrícolas do Estado do Rio Grande do Sul, 2003, 2004 e 2005. 98p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. How a corn plant develops. Ames: State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Special Report, 48).

RODRIGUES, J.F. **Manejo da água na cultura do milho em Gleissolo Háplico Distrófico típico**. 2015. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Recursos hídricos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SILVA, P.R.F. da; SCHOENFELD, R. Desafios e perspectivas da rotação com milho. In: Anais / VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 12 a 18 de agosto de 2013, Santa Maria, RS. - Santa Maria: UFSM, Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, v. 2, 2013.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"
