

RENDIMENTO DE GRÃOS E EFICIÊNCIA DO USO DE ÁGUA DA CULTURA DO MILHO EM ÁREAS DE CULTIVO DE ARROZ INUNDADO COM DIFRENTE MANEJO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

JOAQUIM RODRIGUES FARACO¹; NILZA MARIA DOS REIS CASTRO²; JOSÉ ANTÔNIO LOUZADA²; PAULO REGIS FERREIRA DA SILVA³; RODRIGO SCHOENFELD⁴, MATHEUS BARRETO MAASS⁵; NATAN PAGLIARINI⁵

¹ Engenheiro Agrícola, Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, rua Coronel Lucas de Oliveira n. 2213, Porto Alegre-RS CEP 90460-001, joaquim_faraco@hotmail.com

² Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, n. 9500, cx postal 15029, CEP 91.501-970. Porto Alegre – RS. nilza@iph.ufrgs, louzada@iph.ufrgs.br

³ Professor colaborador da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e consultor técnico do Instituto Rio Grandense do arroz (IRGA). Rua av. Bento Gonçalves 7712. CEP: 91.540-000. Porto Alegre – RS. paulo.silva@ufrgs.br

⁴ Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), Cachoeirinha. Endereço Av. Bonifácio de Carvalho Bernardes n. 1494. CEP: 94.930-030. Cachoeirinha.

⁵ Engenheiro Agrônomo. Mestre em Fitotecnia pela Faculdade da Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves 7712. CEP: 91540-000. Porto Alegre - RS

1 RESUMO

No Rio Grande do Sul cultiva-se o arroz como monocultura há pelo menos 5 décadas. Uma alternativa para introduzir-se rotação de cultura seria o cultivo do milho, aproveitando-se da estrutura de irrigação utilizada para o arroz. O objetivo deste trabalho é avaliar diferentes manejos de irrigação e drenagem visando introduzir o milho como alternativa para rotação de cultura em Gleissolo Háplico Distrófico Típico. O experimento foi conduzido nas safras de 2013/2014 e 2014/2015, na estação experimental do IRGA em Cachoeirinha-RS. Foram testados quatro tratamentos, todos com declividade de 0,08%, ao longo do comprimento das parcelas (79 m) e com três repetições: microcamalhão com irrigação por sulco; microcamalhão sem irrigação; sem microcamalhão com irrigação por lâminas superficiais (banhos); e sem microcamalhão sem irrigação. Foram avaliados alguns indicadores de rendimento do milho e a eficiência do uso da água (EUA) nas diferentes alternativas de manejos. Na safra 2013/2014 os resultados indicam produtividade superiores a 10 t ha⁻¹ para o tratamento irrigado e com microcamalhão. Na safra de 2014/2015 não houve diferença significativa nos tratamentos. O milho utilizado como rotação de cultura com o arroz é tecnicamente viável com uso de irrigação e de uma drenagem eficiente.

Palavras-chave: Zea mays; microcamalhão; solos mal drenados.

**FARACO, J.R.; CASTRO, N.M.R.; LOUZADA, J.A.; SILVA, P.R.F.,
SCHOENFELD, R.; MAASS, M.B.; PAGLIARINI, N.
YIELD AND WATER USE EFFICIENCY OF MAIZE IN RICE FLOODED AREAS
WITH DIFFERENT IRRIGATION AND DRAINAGE MANAGEMENT**

2 ABSTRACT

Rio Grande do Sul practices rice monoculture for at least 5 decades. An alternative to introduce crop rotation would be the corn crop, taking advantage of the irrigation structure used for rice. The objective of this study is to evaluate different management of irrigation and drainage aimed to introduce corn as an alternative crop in Gleissolo Háplico Distrófico Típico. The experiment was conducted in 2013/2014 and 2014/2015, in IRGA's experimental station in Cachoeirinha-RS. Four treatments were tested, each with a slope of 0.08% along the length of parcels (79 m) and three replicates: furrow irrigation and small bund; no irrigation and small bund; basin irrigation and no small bund; and irrigation and no small bund. Were evaluated some income component of corn and the water use efficiency (USA) in the different alternatives managements. In 2013/2014 the productivity results indicate higher than 10 t ha⁻¹ for the treatment and irrigated with microcamalhão. In 2014/2015 there was no significant difference in treatments. Corn used as crop rotation with rice is technically feasible with efficient irrigation and drainage management.

Keywords: Zea mays; microcamalhão; poorly drained soils.

3 INTRODUÇÃO

O estado do Rio Grande do Sul (RS) é responsável por 45% da área cultivada e por 69% da produção brasileira de arroz (IRGA, 2013), tendo este cereal grande importância econômica e social no Estado. A produtividade média de arroz do RS é de 7,5 t ha⁻¹, enquanto que a média brasileira é de 4,9 t ha⁻¹ (IRGA, 2013). Essa diferença de produtividade pode ser justificada pelo fato de que praticamente em toda a área cultivada com arroz no RS é utilizada a irrigação por inundação, enquanto que nas demais regiões brasileiras se utilizam o cultivo do arroz de sequeiro. O arroz de sequeiro foi cultivado em cerca de 40% da área total cultivada de arroz no Brasil, no ano agrícola 2012/2013 (CONAB, 2013).

Entretanto, esta alta produtividade verificada no RS pode estar ameaçada, pois o aumento da infestação de plantas daninhas, principalmente de arroz vermelho, vem sendo percebido em áreas cultivadas com arroz. A maioria das plantas daninhas do arroz pode ser controlada pelo uso de herbicidas, associado a aplicação da lâmina de água utilizada pelo método de irrigação por inundação. Porém, para o arroz vermelho, que é da mesma espécie do arroz cultivado, o uso de herbicidas se torna ineficiente (SOSBAI, 2014). Uma alternativa para controle do arroz vermelho é a realização do pousio durante três safras, que nada mais é do que o descanso da área durante este período, somada à prática de pecuária extensiva de corte, estratégia comum no estado do RS (Marques, 2008). Outra maneira para controlar a infestação de arroz vermelho em áreas de arroz irrigado é a introdução de rotação de culturas (SOSBAI, 2014). Como o arroz é uma cultura cultivada no verão no RS, o cultivo do milho com híbridos de tecnologia “RR”, que confere resistência ao herbicida glifosato (Silva e Schoenfeld, 2013) é uma boa opção para rotação.

A introdução de milho em rotação com arroz também visa à diversificação de renda, aumentando assim a rentabilidade da área cultivada e diminuindo os riscos econômicos da utilização de monocultura (Wander *et al.*, 2010). Além da introdução de milho na rotação com o arroz contribuir para a redução da infestação de plantas daninhas, ela traz também outros benefícios como: ambientais, pela diminuição do uso de agrotóxicos para controle das plantas daninhas; econômicos, pelo fato de propiciar ao agricultor lucratividade com a implantação de

uma cultura de verão em vez da terra ficar em pousio; e sociais, pela diminuição do risco comparado a monocultura e pelo aumento de utilização de mão de obra para a prática da cultura de verão em substituição ao pousio (SOSBAI, 2014).

Porém, para viabilizar a introdução de culturas de rotação em áreas tradicionalmente cultivadas com arroz, é necessário que haja um eficiente sistema de drenagem, sem ocasionar problemas de manejo no cultivo da cultura introduzida, pois os solos onde se cultivava o arroz são muito mal drenados. Isso não é um problema para o arroz, pois ele é uma espécie aquática, mas pode ser um problema para outras culturas. Uma maneira de se realizar uma drenagem eficiente é a sistematização do terreno em declividade, em até 0,5% (Indicações Técnicas, 2013). Em geral, a sistematização das áreas cultivadas com arroz irrigado é feita sem nenhuma declividade para melhor aproveitamento da água. Porém, a declividade serve para que ocorra o escoamento superficial da água assim que cesse a infiltração no solo.

Outra maneira de se proporcionar drenagem eficiente é a utilização do sistema de microcamalhão (Indicações Técnicas, 2013). Neste método a cultura é semeada em cima da crista do microcamalhão para evitar que a planta fique debaixo d'água, e são formados pequenos sulcos paralelos a linha de cultivo, que deixam mais uniforme o avanço da água de irrigação na área cultivada, além de facilitar a drenagem. Uma máquina agrícola que faz simultaneamente o microcamalhão, o sulco, a adubação e a semeadura foi desenvolvida pela empresa Industrial KF, sendo possível o cultivo de seis linhas de milho em cada passada do equipamento. Método similar ao utilizado em pesquisas realizadas pela EMPRAPA, com a utilização do sistema sulco/camalhão (Silva *et al.*, 2007).

Entretanto, apenas a utilização de drenagem eficiente não é o suficiente para que altas produtividades sejam atingidas. É necessária a união de várias práticas de manejo (Sangoi *et al.*, 2006), como o uso de adubação adequada (Cancellier *et al.*, 2011), a escolha do método de cultivo (Vernetti Junior *et al.*, 2009), o controle de pragas (Figueiredo *et al.*, 2006), a escolha da época preferencial de semeadura (Forsthofer *et al.*, 2006), visando ao melhor aproveitamento da radiação solar, além é claro de um bom manejo de irrigação (Bergamaschi *et al.*, 2006).

A introdução de rotação de culturas em áreas de cultivo de arroz irrigado é uma demanda atual do governo do Estado do RS, que busca o incremento de novas culturas no RS. Pesquisas sobre o uso de sulco/camalhão vêm sendo desenvolvidas e publicadas por entidades como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em forma de boletins (Silva *et al.*, 2007), o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), e por universidades. A EMBRAPA iniciou seus primeiros experimentos em áreas de arroz irrigado na década de 1970, gerando informações disponíveis em recomendações para o cultivo do milho nestas áreas (Indicações Técnicas, 2013). A soja nos últimos anos apresentou um avanço significativo em área cultivada, alcançando na safra 2012/2013 cerca de 300.000 hectares cultivados em áreas de arroz no RS (Silva e Schoenfeld, 2013). O cultivo milho em área de arroz foi incrementado a partir de 1997, sendo cultivados 50.000 hectares no ano agrícola 1999/2000 (Parfitt, 2000). As pesquisas para seu cultivo em áreas de arroz vêm sendo realizadas há alguns anos, porém de forma descontínua (Silva e Schoenfeld, 2013), havendo necessidade de mais informações como a vazão de irrigação ideal, o comprimento do sulco e a declividade para os diferentes tipos de solo onde se cultivam arroz. Assim, estudos envolvendo irrigação e drenagens eficientes para culturas de rotação em áreas cultivadas com arroz irrigado são necessários, podendo proporcionar novos rumos aos produtores de arroz irrigado no estado do RS.

O objetivo desse trabalho foi de avaliar alguns indicadores de rendimento do milho e a eficiência do uso da água (EUA) nas diferentes alternativas de manejo ao longo da distância

de entrada de água no sistema de irrigação e Drenagem, na rotação de cultura do arroz com o milho em solos mal drenados, onde tradicionalmente se cultivava arroz.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo nos anos agrícolas 2013/2014 e 2014/2015, na Estação Experimental do Arroz, do Instituto Rio Grandense do Arroz (EEA/IRGA), em Cachoeirinha-RS. A Estação situa-se na região ecoclimática da Depressão Central do Rio Grande do Sul, a 29°55'30'' de latitude sul e a 50°58'21'' de longitude oeste e a altitude de 7 m. O solo da área experimental é classificado como Gleissolo Háptico Distrófico típico (STRECK *et al.*, 2008). A área do experimento foi nivelada com declividade de 0,08%, ou seja, 8 cm a cada 100 metros, ao longo do comprimento de cada parcela (79 m) em todos os tratamentos.

Nos dois anos, os tratamentos constaram quatro manejos da irrigação e três distâncias de tomada de água. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, dispostos em fatorial 2 X 2 X 3, com três repetições. Os tratamentos de irrigação consistiram de: (T1) microcamalhão de 15 cm de altura com irrigação por sulco sempre que necessário, (T2) testemunha com microcamalhão com 15 cm de altura sem irrigação, (T3) sem construção de microcamalhão, com irrigação por lâminas superficiais (banhos), sempre que necessário, e (T4) sem construção de microcamalhão e sem irrigação. As distâncias de tomada de água em relação ao comprimento total das linhas foram de 0 a 26m, 27 a 53 m e 54 a 79m (Figura 1).

Nos tratamentos com microcamalhão, estes foram construídos com a Camalhoneira Hyper Plus da Industrial KF, concebida para construir o microcamalhão, o sulco, adubar e realizar a semeadura com uma passada apenas. Seis linhas foram semeadas em cada passada da máquina, sendo duas linhas em cada microcamalhão. No tratamento com irrigação e com microcamalhão (T1), a irrigação foi feita por sulcos, entre cada duas fileiras de milho. No tratamento com irrigação e sem microcamalhão (T3), a irrigação foi feita por banhos, sendo a água aplicada entre as fileiras do milho.

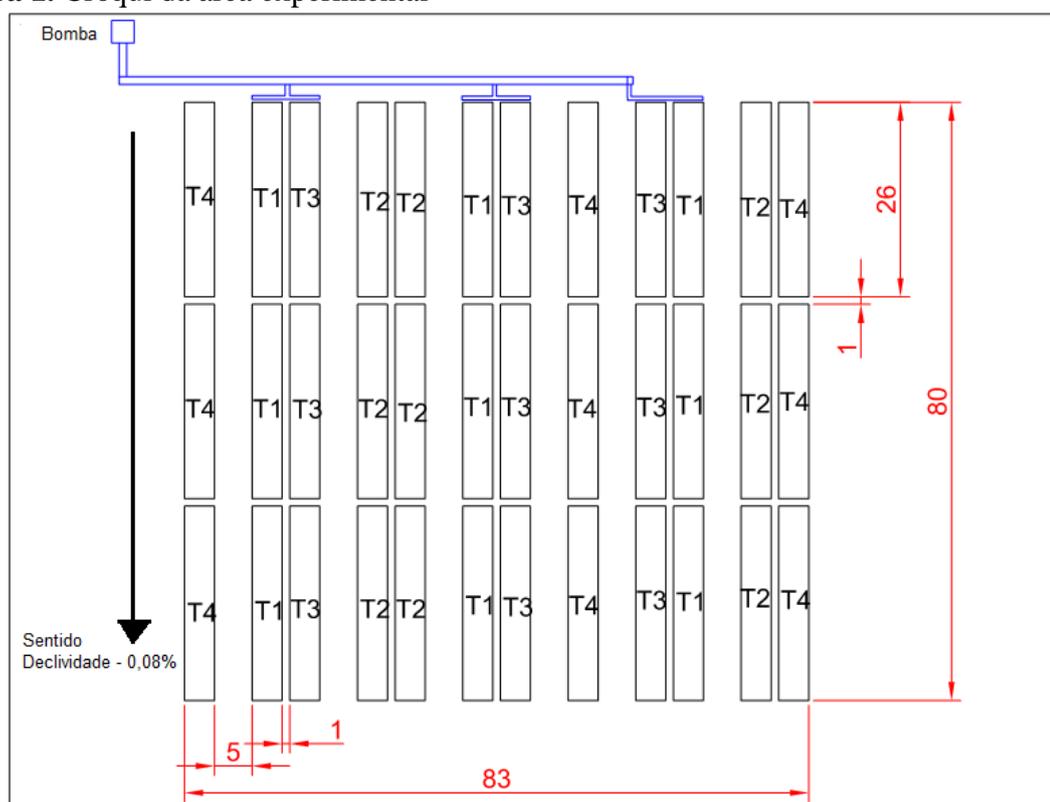
No ano agrícola 2013/2014, fez-se a semeadura do híbrido simples e precoce de milho Dekalb 250 PRO2, da empresa Dekalb Sementes, em 01 de novembro de 2013. A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: 14% de argila, 9,45 mg dm⁻³ de P, 33,75 mg dm⁻³ de K, 1,17% de M0. e 5,85 de pH. Foi aplicado como adubação de base 500 kg⁻¹ do adubo químico NPK da fórmula 04-17-27. Na adubação de cobertura, foi aplicado de 300 kg ha⁻¹ de N, de forma parcelada. Foram aplicadas as doses de 60, 120, 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente nos estádios V3, V8 e V12 na escala Ritchie *et al.* (1993). Como fonte de adubo nitrogenado foi utilizada a ureia com inibidor da enzima urease. A densidade de plantas utilizada foi de 8,0 pl m⁻². A colheita foi realizada no dia 24 de março de 2014.

No segundo ano (2014/2015), fez-se a semeadura de nabo forrageiro em 20 de abril de 2014, como cobertura de solo no outono-inverno. Utilizou-se o mesmo híbrido do ano anterior, com semeadura realizada em 28 de outubro de 2014. A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: 13% de argila, 23,6 mg dm⁻³ de P, 122 mg dm⁻³ de K, 1,4% de M0. e 5,4 de pH. Foi aplicado como adubação de base 400 kg⁻¹ do adubo químico NPK da fórmula 04-17-27. A adubação de cobertura foi realizada com as mesmas doses e mesmas épocas de aplicação do ano anterior. A densidade de plantas utilizada foi de 9,0 pl m⁻². A colheita foi realizada no dia 06 de maio de 2015.

A umidade do solo foi monitorada por sensores Hidro Farm, da marca Falker, que permitem a medição da umidade volumétrica do solo pela tecnologia ISAF (impedância do

solo em alta frequência). O equipamento informa diretamente o valor da umidade volumétrica do solo, em porcentagem. A reposição de água foi feita assim que o aparelho registrava a umidade volumétrica de 20%, umidade esta que é 2% maior que o correspondente ao limite hídrico inferior da cultura do milho (0,05 Mpa), que para esse solo seria de 18%, para evitar estresse por deficiência hídrica nos tratamentos com irrigação. Para quantificar o volume de água irrigada utilizada e calcular a EUA, foi usado um hidrômetro em cada tratamento.

Figura 1. Croqui da área experimental



As irrigações foram efetuadas de forma complementar à precipitação pluvial, que foi medida com um pluviômetro instalado na área experimental. Esse mesmo hidrômetro foi utilizado para o controle das aplicações de irrigação. Em cada irrigação utilizou-se uma lâmina de água de 30 mm que foi calculada para que o solo sempre ficasse entre a umidade volumétrica correspondente ao limite hídrico inferior da cultura (0,05 Mpa - 18%) e a capacidade de campo (0,006 Mpa - 30%). Pelo fato dos sulcos serem curtos, a vazão adotada foi de $1,5 \text{ L s}^{-1}$, valor um pouco superior à vazão reduzida calculada a partir dos ensaios de curva de infiltração de água no solo e de curva de avanço da água no sulco ($1,15 \text{ L s}^{-1}$) e inferior à vazão máxima não erosiva ($3,9 \text{ L s}^{-1}$) calculada pela equação de Gardner (Salassier, 1989).

A evapotranspiração potencial da cultura do milho foi estimada através do produto da Evapotranspiração de referência pelo coeficiente de cultivo do milho. Para o cálculo da evapotranspiração de referência foi utilizado o software Sistema para Manejo da Agricultura Irrigada (SMAI), que calcula Evapotranspiração de Referência diária pelo método Penman-Monteith FAO (Mariano *et al.*, 2011). Os dados para este cálculo foram obtidos da estação meteorológica do INMET localizada no município de Porto Alegre. O coeficiente da cultura (Kc) utilizado foi o publicado por Bergamaschi *et al.* (1992).

Em todos os tratamentos foram avaliados o rendimento de grãos e os componentes do rendimento. O rendimento de grãos foi avaliado em uma área útil de 10 m² e expresso na unidade de 13 g kg⁻¹. O número de espigas por metro quadrado foi determinado pela razão entre o número de espigas colhidas na unidade experimental pelo valor da sua área útil. O peso do grão foi obtido pela contagem manual de 200 grãos de cada unidade experimental, com posterior pesagem e correção de umidade para 13 %, e dividindo-se a massa obtida por 200. Já o número de grãos por espiga foi calculado, indiretamente, da seguinte forma, conforme procedimento proposto por Pagliarini (2015): obtém-se inicialmente o número de grãos das plantas da área útil pela razão entre o peso de grãos da área útil e o peso do grão, após, divide-se esse valor pela área útil, obtendo-se o número de grãos por metro quadrado. Por fim, o número de grãos por espiga foi obtido pela razão entre o número de grãos por metro quadrado e o número de espigas por metro quadrado. Também foi avaliada a eficiência de uso da água (EUA), que foi calculada a partir da razão entre a produtividade de grãos obtida (kg ha⁻¹) e o volume de água (m³ ha⁻¹) consumido. Nos tratamentos irrigados, o volume consumido foi resultado da soma do volume de água irrigado com precipitações pluviais ocorridas durante o desenvolvimento da cultura, enquanto nos tratamentos não irrigados se levou em conta apenas o volume precipitado durante o desenvolvimento da cultura. A EUA é expressa em quilograma de grãos de milho por metro cúbico utilizado de água.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ANOVA com auxílio do programa estatístico SAS (SAS - INSTITUTE, 1999). Quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS

No ano agrícola 2013/2014, os tratamentos não irrigados e irrigados receberam 480 e 780 mm, respectivamente de água, provenientes da precipitação ocorrida no período, e da irrigação. A evapotranspiração potencial do milho se manteve entre 0,48 e 8,34 mm dia⁻¹, totalizando 535 mm (Figura 2). Em Porto Alegre, a média histórica para os meses de dezembro e janeiro, considerando o período de 1975 a 2015, é de 106 mm (INMET, 2015), porém ocorreu um período de 20 dias de estiagem entre meados de dezembro e o início de janeiro (precipitação de 48 e 75 mm em dezembro e janeiro, respectivamente), havendo a necessidade da aplicação de cinco irrigações neste período, nos tratamentos irrigados. Porém, nessa safra durante o mês de dezembro a precipitação total foi de 48 mm e no mês de janeiro 75 mm. Esse período mais seco ocorreu exatamente no período crítico da cultura, o espigamento (Bergamaschi *et al.*, 2006). Nessa safra, o espigamento do milho ocorreu no dia 16/1/2014, justificando a elevada queda do rendimento de grãos nos tratamentos não irrigados como será discutido mais adiante (Tabelas 1, 2 e 3). A umidade volumétrica do solo manteve-se entre o limite hídrico inferior da cultura (18%) e a capacidade de campo (30%), exceto no dia 18 de novembro que foi de 33,5% decorrente da precipitação de 124 mm ocorrida em 11 de novembro de 2013.

O segundo ano (2014/2015) caracterizou-se como atípico para o RS, onde se registrou 620 mm bem distribuídos durante o ciclo da cultura, sendo necessárias apenas três irrigações de 30 mm cada, totalizando 90 mm irrigados, perfazendo um valor total de 710 mm. A evapotranspiração potencial do milho se manteve entre 0,63 a 7,58 mm dia⁻¹, totalizando 536 mm (Figura 3). Houve a ocorrência de precipitações logo após todas as irrigações efetuadas neste ano. Porém não foi observado problemas de excesso hídrico.

Figura 2. Precipitações, irrigações e evapotranspiração potencial da cultura do milho (mm) e teor de umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$), durante o ano agrícola 2013/2014.

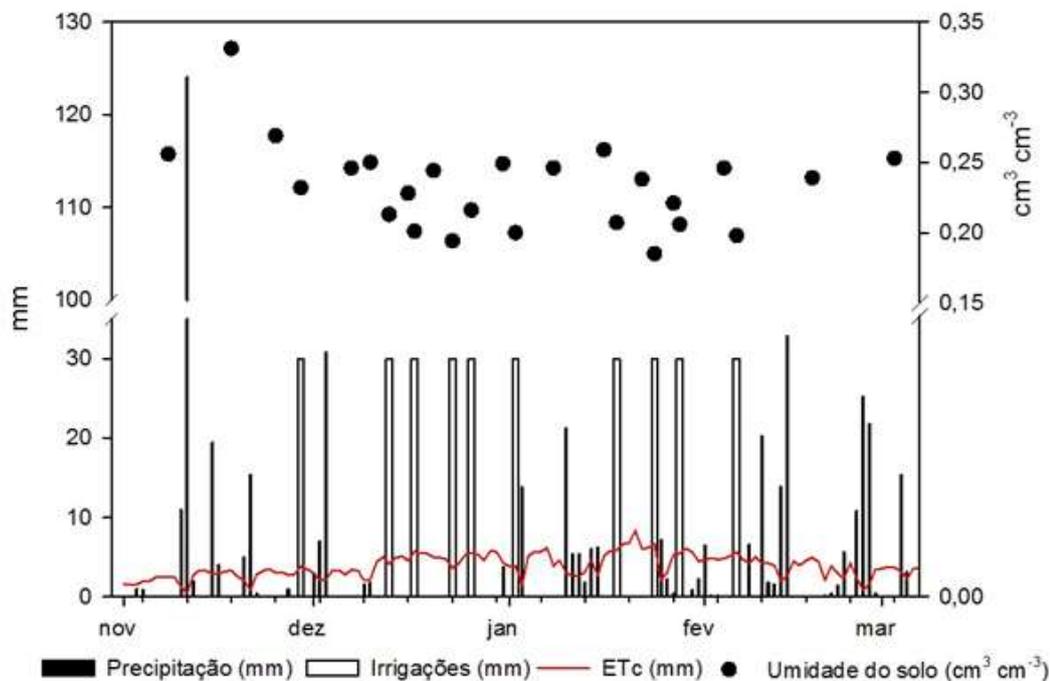
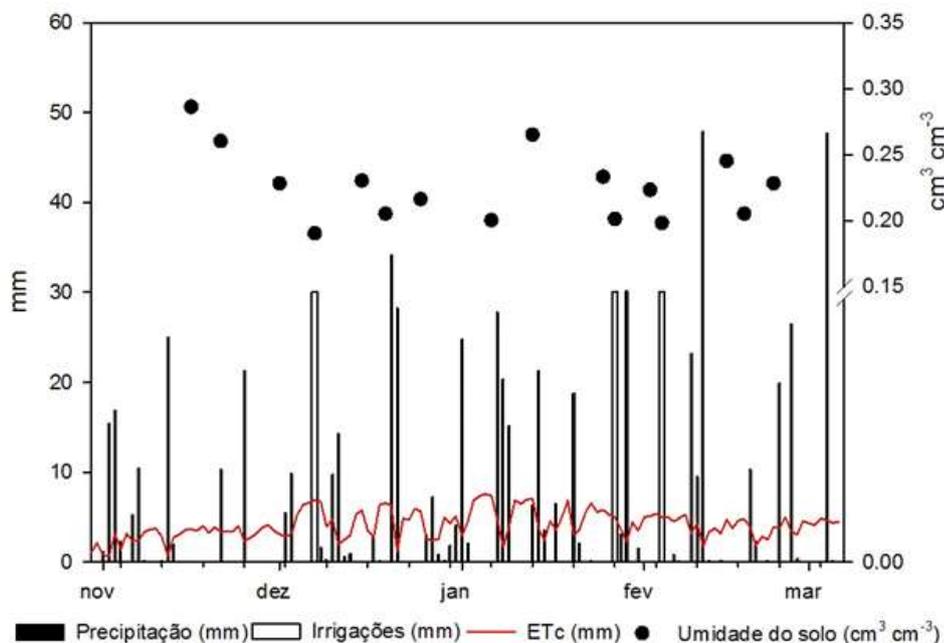


Figura 3. Precipitações, irrigações e evapotranspiração potencial da cultura do milho (milímetros) e teor de umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$), durante o ano agrícola 2014/2015.



O maior período de estiagem ocorrido foi de 10 dias, no início do mês de fevereiro, correspondendo o estágio de R4, estágio onde os grãos já acumularam cerca da metade do peso que eles atingirão na maturidade. Nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro a precipitação foi acima da média segundo o INMET, de Porto Alegre, com base em uma série

histórica de 40 anos (período 1975 a 2015). Nesses meses as precipitações registradas foram de 125, 183 e 141 mm respectivamente, enquanto a média para esses meses é de 106, 106 e 102 milímetros. Além de ter ocorrido com valores acima da média, as precipitações ocorreram de maneira muito bem distribuída, resultando em não diferenciação do rendimento de grãos entre os tratamentos irrigados e não irrigados, como será visto mais adiante (Tabelas 1, 2 e 3). A umidade volumétrica do solo se manteve entre 18 e 30%, conforme planejado.

Quanto às estratégias de drenagem observou-se que ambas mostraram-se eficientes nos dois anos. Treze dias após a semeadura do milho, no ano agrícola 2013/2014, ocorreu uma precipitação de 124 mm em 11 de novembro 2013 em menos de 24 horas (Figura 2), não apresentando quaisquer prejuízos por excesso hídrico durante essa safra, independentemente da estratégia de drenagem adotada. Além disso, no ano agrícola 2014/2015 notou-se em seis oportunidades precipitações ocorridas em dias consecutivos gerando precipitações acumuladas de mais de 80 mm em três dias (Figura 3). Em todos os tratamentos esses períodos de precipitações consecutivos não apresentaram problemas quanto à drenagem, evidenciando que ambas alternativas apresentaram condições de drenagem suficiente para que se viabilize tecnicamente o cultivo do milho nesse tipo de solo em áreas de arroz irrigado no RS.

Foi observada que a vazão de irrigação utilizada ($1,5 \text{ L s}^{-1}$), mostrou-se adequada, não ocorrendo erosão nos sulcos nem escoamento superficial no final dos mesmos. Os sensores de umidade funcionaram bem, evidenciando-se adequados para o monitoramento da umidade do solo, como ferramenta para a tomada de decisão de qual o momento deveria ocorrer a irrigação.

Os efeitos das estratégias de irrigação sobre os componentes do rendimento de grãos e a EUA, são apresentados nas Tabelas 1 a 4. Foi calculada a média das três repetições dos resultados de componentes do rendimento de grãos e de EUA, para os quatro tratamentos, sendo relacionados entre si pela análise dos fatores. Primeiramente foram relacionados dois fatores: a) irrigação e microcamalhão, b) irrigação e distância da entrada de água, c) microcamalhão e distância da entrada de água. Após essas análises os resultados foram relacionados considerando os três fatores juntos, d) irrigação, microcamalhão e distância em relação da entrada de água da irrigação.

Tabela 1. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e eficiência de uso da água (EUA) do milho em função dos fatores irrigação e microcamalhão, em dois anos agrícolas, na média de três distâncias em relação à tomada de água. Cachoeirinha-RS.

Avaliação	Irrigação	Microcamalhão					
		Com			Sem		
		Ano agrícola 2013/2014					
Rendimento de grãos (t ha ⁻¹)	Com	A	10,3	a	B	8,5	a
	Sem	NS	4,5	b		5,3	b
Espigas por m ² (N ^o .)	Com	NS ¹	7,9	ns ²		7,9	ns
	Sem	NS	6,9			7,0	
Grãos por espiga (N ^o .)	Com	NS	485	ns		374	ns
	Sem	NS	264			321	
Peso do grão (mg)	Com	NS	269	ns		285	ns
	Sem	NS	251			237	
EUA (kg m ⁻³)	Com	A	1,31	a	B	0,94	ns
	Sem	NS	1,09	b		1,11	
Ano agrícola 2014/2015							
Rendimento de grãos (t ha ⁻¹)	Com	NS	13,1	ns		12,9	ns
	Sem	NS	12,1			13,2	
Espigas por m ² (N ^o .)	Com	NS	10,5	ns		9,7	ns
	Sem	NS	9,7			9,7	
Grãos por espiga (N ^o .)	Com	NS	488	b		535	ns
	Sem	NS	588	a		525	
Peso do grão (mg)	Com	NS	299	ns		306	ns
	Sem	NS	287			293	
EUA (kg m ⁻³)	Com	NS	1,85	ns		1,82	ns
	Sem	NS	1,95			2,13	

¹Não significativo pelo teste de Tukey em relação às linhas (p<0,05); ²Não significativo pelo teste de Tukey em relação às colunas (p<0,05); * Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha e seguidas por mesma letra minúscula na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). EUA = Eficiência do uso da água considerando a água de irrigação e das precipitações pluviais.

Tabela 2. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e eficiência de uso da água (EUA) do milho em função dos fatores irrigação e distância da entrada de água, em dois anos agrícolas, na média com ou sem do microcamalhão. Cachoeirinha-RS.

Avaliação	Irrigação	Distância								
		Início (0 a 26 m)		Meio (27 a 53 m)		Fim (54 a 80 m)				
Ano agrícola 2014/2015										
Rendimento de grãos (t ha ⁻¹)	Com	NS ¹	9,6	ns ²	10,4	ns	8,2	ns		
	Sem	NS	5,0		4,6		5,3			
Espigas por m ² (Nº.)	Com	NS	7,7	ns	8,6	ns	7,6	ns		
	Sem	NS	7,2		7,2		6,4			
Grãos por espiga (Nº.)	Com	NS	434	ns	443	ns	411	ns		
	Sem	NS	287		259		331			
Peso do grão (mg)	Com	A	290	a	AB	277	a	B	265	a
	Sem	NS	239	b		246	b		247	b
EUA (kg m ⁻³)	Com	NS	1,14	ns	1,06	ns	1,19	ns		
	Sem	NS	1,12		1,22		0,97			
Ano agrícola 2014/2015										
Rendimento de grãos (t ha ⁻¹)	Com	NS	13,0	ns	13,5	ns	12,5	ns		
	Sem	NS	12,1		12,8		13,0			
Espigas por m ² (Nº.)	Com	NS	10,2	ns	10,1	ns	10,0	ns		
	Sem	NS	9,6		9,7		9,8			
Grãos por espiga (Nº.)	Com	NS	515	ns	512	ns	507	ns		
	Sem	NS	567		573		528			
Peso do grão (mg)	Com	NS	294	ns	302	ns	311	ns		
	Sem	NS	290		288		293			
EUA (kg m ⁻³)	Com	NS	1,83	ns	1,91	ns	1,76	ns		
	Sem	NS	1,95		2,07		2,1			

¹Não significativo pelo teste de Tukey em relação às linhas (p<0,05); ²Não significativo pelo teste de Tukey em relação às colunas (p<0,05); * Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha e seguidas por mesma letra minúscula na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). EUA = Eficiência do uso da água considerando a água de irrigação e das precipitações pluviais.

Tabela 3. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e eficiência do uso da água (EUA) do milho em função dos fatores microcamalhão e distância da entrada de água, em dois anos agrícolas, na média com ou sem irrigação. Cachoeirinha-RS.

Avaliação	Micro-camalhão	Distância						
		Início (0 a 26 m)		Meio (27 a 53 m)		Fim (54 a 80 m)		
Ano agrícola 2013/2014								
Rendimento de grãos (t ha ⁻¹)	Com	NS	7,3	ns	7,1	ns	7,9	a
	Sem	A	7,9		A	7,9	B	5,6
Espigas por m ² (N ^o .)	Com	NS ¹	7,7	ns ²	7,8	ns	6,7	ns
	Sem	NS	7,2		7,9		7,3	
Grãos por espiga (N ^o .)	Com	NS	361	ns	327	ns	435	a
	Sem	NS	359		375		308	b
Peso do grão (mg)	Com	NS	256	a	268	ns	256	ns
	Sem	NS	273	b	255		256	
EUA (kg m ⁻³)	Com	NS	1,24	ns	1,33	ns	1,05	ns
	Sem	NS	1,03		0,95		1,11	
Ano agrícola 2014/2015								
Rendimento de grãos (t ha ⁻¹)	Com	NS	12,7	ns	12,9	ns	12,2	ns
	Sem	NS	12,3		13,4		13,4	
Espigas por m ² (N ^o .)	Com	NS	10,1	ns	10,4	ns	9,7	ns
	Sem	NS	9,7		9,4		10	
Grãos por espiga (N ^o .)	Com	NS	539	ns	532	ns	542	ns
	Sem	NS	543		553		493	
Peso do grão (mg)	Com	NS	290	ns	289	ns	300	ns
	Sem	NS	294		301		304	
EUA (kg m ⁻³)	Com	NS	1,91	ns	1,95	ns	1,84	ns
	Sem	NS	1,87		2,03		2,03	

¹Não significativo pelo teste de Tukey em relação as linhas (p<0,05); ²Não significativo pelo teste de Tukey em relação as colunas (p<0,05); * Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha e seguidas por mesma letra minúscula na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). EUA = Eficiência do Uso da água considerando a água de irrigação e das chuvas.

5.1 Análise dos fatores irrigação e microcamalhão

Os componentes dos rendimentos de grãos e da EUA médios foram obtidos nas três repetições para os quatro tratamentos para as duas safras. Apenas as avaliações de rendimentos de grãos e EUA apresentaram diferença significativa com nível de significância de 5% na safra 2013/2014 (Tabela 1).

No primeiro ano, houve interação entre os tratamentos com e sem irrigação e presença ou ausência de microcamalhão apenas para as características rendimento de grão e EUA. Foi obtido 10,25 t ha⁻¹ de rendimento de grãos com a utilização de irrigação e microcamalhão de forma simultânea (Tabela 1). Quando retirado o uso de microcamalhão e mantida a irrigação, o rendimento apresenta uma queda de 1,5 t ha⁻¹, pois a condução da água sem o microcamalhão acontece com maior dificuldade, devido ao fato da água se espalhar na parcela

e não conseguir chegar ao final desta, mesmo com a declividade utilizada (0,08%). Já, no tratamento, com microcamalhão, a água é conduzida pelo sulco do microcamalhão até o final. Sem o uso da irrigação, as produtividades apresentaram quedas de 5,71 t ha⁻¹ com a utilização de microcamalhão e de 3,21 t ha⁻¹ sem a utilização de microcamalhão. Esses resultados são muito próximos aos obtidos por Silva *et al.* (2007), em outra área experimental do IRGA em Cachoeirinha-RS, alcançando 10,2 t ha⁻¹ com o uso de microcamalhão e irrigação por sulcos, associado à sistematização em declividade de 0,08% e de 9,4 t ha⁻¹ com o uso de irrigação por banhos (sem microcamalhão) e mantendo a sistematização em declividade. Já, quando não irrigado a produtividade obtida por esses autores caiu para 3,2 t ha⁻¹.

Quanto a EUA, o tratamento mais eficiente foi com a utilização de irrigação e microcamalhão, com 1,31 kg m⁻³ (Tabela 1), enquanto o menos eficiente foi também com a utilização da irrigação, porém sem o uso de microcamalhão com 0,94 kg m⁻³. Essa menor EUA foi devido à queda de rendimentos de grãos, uma vez que em ambos os tratamentos foi utilizado o mesmo volume de água. Esses valores foram bem menores que os relatados por Kang *et al.* (2000), em experimento conduzido, na China, para cultura do milho irrigado por sulcos, que obtiveram 5,75 kg m⁻³ considerando apenas a água proveniente da irrigação. No presente experimento, se não for considerada a precipitação pluvial para o cálculo da EUA, o valor de EUA seria de 3,42 kg m⁻³, ainda assim menores que os obtidos por estes autores. Nos tratamentos não irrigados, a presença ou ausência de microcamalhão não influenciou a EUA (Tabela 1). A EUA foi 39% maior no tratamento com irrigação e microcamalhão em relação ao tratamento não irrigado com microcamalhão.

Os componentes do rendimento número de espigas, número de grãos por espiga e peso dos grãos não variaram em função dos fatores irrigação e microcamalhão.

No ano agrícola (2014/2015), todas as características avaliadas, exceto o número de grãos por espigas, não diferenciaram estatisticamente em função dos fatores irrigação e microcamalhão. Isso ocorreu pelo fato de que o volume precipitado foi adequado, em termos de quantidade e distribuição ao longo do ciclo de desenvolvimento do milho, sendo necessário aplicar apenas três irrigações. As três irrigações foram efetuadas quando a leitura do sensor de umidade do solo apontou a umidade volumétrica mínima (20%). Porém, logo após a aplicação das irrigações ocorreram precipitações, fazendo com que as irrigações não fossem tão efetivas quanto no primeiro ano.

5.2 Análise dos fatores irrigação e distância em relação da entrada de água da irrigação

No primeiro ano agrícola (2013/14), o rendimento de grãos e as demais características avaliadas, exceto o peso do grão, não diferiram estatisticamente em função dos fatores irrigação e distância em relação à entrada da água de irrigação. No segundo ano (2014/2015) não houve efeito dos tratamentos em nenhuma das características avaliadas (Tabela 2).

5.3 Análise dos fatores microcamalhão e distância em relação da entrada de água da irrigação

No primeiro ano de realização do experimento, houve interação significativa entre esses dois fatores para rendimento de grãos (Tabela 3). Com o uso de microcamalhão, o rendimento de grãos não variou em função da distância. No entanto, sem o uso do microcamalhão, o rendimento de grãos diminuiu à medida que aumentou a distância em relação à entrada da água de irrigação. O decréscimo verificado foi de 29 % em relação aos rendimentos obtidos no início e ao meio. Esta queda do rendimento de grãos ocorreu, pois o

número de grãos por espiga no tratamento sem o microcamalhão foi menor em relação ao uso do microcamalhão na distância superior a 53 metros.

Esses resultados mostram que, nas condições do experimento, a não utilização de microcamalhão pode ser uma boa alternativa desde que aplicado em pequenas distâncias (< 53 m). Já para distâncias maiores (> 53 m), o uso de microcamalhão se mostra mais eficiente.

As demais características avaliadas (número de espigas por metro quadrado, peso do grão e EUA), não variaram em função dos fatores microcamalhão e distância em relação da entrada de água da irrigação.

No segundo ano nenhuma característica avaliada apresentou variação dos tratamentos. Isto ocorreu, pois independente do uso ou não do microcamalhão a drenagem da área foi considerada boa. Ou seja, o uso de declividade (0,08%), associada ou não ao uso do microcamalhão, evidenciou ser uma boa alternativa de drenagem para o cultivo de milho em áreas de arroz irrigado no RS.

5.4 Análise dos fatores microcamalhão x distância em relação da entrada de água da irrigação x irrigação

Na Tabela 4, são apresentados os resultados dos componentes dos rendimentos de grãos e da EUA médios obtidos nas três repetições para os quatro tratamentos para as duas safras. No primeiro ano agrícola a interação tripla dos fatores testados foi significativa para todas as características avaliadas, exceto para o número de espigas por metro quadrado. No segundo ano não houve diferença significativa em todas as avaliações.

Quanto à distância da entrada de água, apenas o tratamento irrigado sem o uso do microcamalhão apresentou variação nos indicadores rendimento de grãos, número de grãos por espiga, peso do grão e EUA. O rendimento de grãos, o número de grãos por espiga e a EUA apresentaram uma queda entre 45 e 50% na distância superior a 53 metros em relação aos dois trechos mais próximos da entrada d'água. Já no peso do grão houve uma queda menor, de 13% e 17% no meio e no fim, respectivamente, em relação ao trecho mais próximo da entrada d'água. Isso pode ser explicado, pois a água não conseguiu ser escoada de maneira eficiente como no tratamento irrigado com o uso do microcamalhão.

Analisando a relação do uso do microcamalhão e da irrigação nas distâncias propostas, quando houve o uso de irrigação, o rendimento de grãos e o número de grãos por espiga se mostraram superiores aos tratamentos não irrigados independente do uso do microcamalhão, nos dois trechos iniciais da entrada d'água. No terço final, o tratamento irrigado sem microcamalhão não apresentou diferença significativa aos tratamentos não irrigados.

Tabela 4. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e eficiência do uso da água (EUA) do milho em função dos fatores microcamalhão, distância da entrada de água e irrigação, em dois anos agrícolas, na média das três repetições. Cachoeirinha-RS.

Avaliação	Irrigação	Micro-camalhão	Distância							
			Início (0 a 26 m)		Meio (27 a 53 m)		Fim (54 a 80 m)			
Ano agrícola 2013/2014										
Rendimento de grãos (t ha ⁻¹)	Com	Com	NS	9,2	a	10,2	a	11,38	a	
	Com	Sem	A	10,1	a	A	10,6	a	B	4,97
	Sem	Com	NS	5,3	b		3,9	b		4,39
	Sem	Sem	NS	4,6	b		5,2	b		6,25
Espigas por m ² (N ^o .)	Com	Com	NS	8,1	ns		8,5	ns		7,3
	Com	Sem	NS	7,3			8,6			7,9
	Sem	Com	NS	7,3			7,2			6,2
	Sem	Sem	NS	7,1			7,3			6,7
Grãos por espiga (N ^o .)	Com	Com	NS*	434	ns		442	a		580
	Com	Sem	A	434		A	445	a	B	242
	Sem	Com	NS	289			213	b		289
	Sem	Sem	NS	285			306	ab		373
Peso do grão (mg)	Com	Com	NS	264	b		276	a		268
	Com	Sem	A	316	a	B	278	a	B	262
	Sem	Com	NS	249	b		261	ab		245
	Sem	Sem	NS	229	b		232	b		249
EUA (kg m ⁻³)	Com	Com	NS	1,18	ns		1,3	ab		1,46
	Com	Sem	A	1,29		A	1,36	a	B	0,64
	Sem	Com	NS	1,1			0,82	b		0,91
	Sem	Sem	NS	0,96			1,08	ab		1,3
Ano agrícola 2014/2015										
Rendimento de grãos (t ha ⁻¹)	Com	Com	NS	13,7	ns		13,7	ns		12,0
	Com	Sem	NS	12,3			13,4			13,0
	Sem	Com	NS	11,8			12,2			12,3
	Sem	Sem	NS	12,4			13,5			13,8
Espigas por m ² (N ^o .)	Com	Com	NS	10,6	ns		11,0	ns		9,8
	Com	Sem	NS	9,7			9,2			10,2
	Sem	Com	NS	9,6			9,8			9,7
	Sem	Sem	NS	9,7			9,6			9,9
Grãos por espiga (N ^o .)	Com	Com	NS	474	ns		469	ns		521
	Com	Sem	NS	555			556			494
	Sem	Com	NS	604			596			564
	Sem	Sem	NS	530			551			493
Peso do grão (mg)	Com	Com	NS	296	ns		295	ns		306
	Com	Sem	NS	292			309			316
	Sem	Com	NS	284			283			294
	Sem	Sem	NS	295			293			292
EUA (kg m ⁻³)	Com	Com	NS	1,92	ns		1,93	ns		1,70
	Com	Sem	NS	1,73			1,88			1,83
	Sem	Com	NS	1,90			1,96			1,98
	Sem	Sem	NS	2,00			2,17			2,22

¹Não significativo pelo teste de Tukey em relação às linhas (p<0,05); ²Não significativo pelo teste de Tukey em relação às colunas (p<0,05); * Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha e seguidas por mesma letra minúscula na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). EUA = Eficiência do uso da água considerando a água de irrigação e das precipitações pluviais.

De forma geral, observou-se maior rendimento de grãos no segundo ano agrícola (2014/2015). Essa melhora ocorreu, pois em 2013/2014 o solo estava em pousio, ou seja, sem uma cobertura de inverno e a densidade de plantas usada no milho foi de 8 pl m⁻². Já em 2014/2015, foi utilizado o nabo forrageiro como cobertura de inverno e a densidade de plantas usada foi de 9 pl m⁻². Esses dois fatores, cobertura de inverno (Silva *et al.*, 2008) e densidade de plantas (Silva *et al.*, 2010) são muito importantes para o aumento de produtividade, potencializando o rendimento de grãos. Além disso, no ano agrícola 2013/2014 foi feito o nivelamento da área seis meses antes do plantio do milho. A movimentação de terra causou uma desestruturação do solo, afetando-o de maneira negativa tanto física como quimicamente. Na safra seguinte, não houve esta movimentação de terra e houve melhoria física e química do solo em relação à primeira safra. Quanto as parcelas não irrigadas, como o ano agrícola (2014/2015) se caracterizou como um ano úmido, elas tiveram maior produtividade (média de 12,67 t ha⁻¹ considerando os três trechos e com ou sem microcamalhão devido ao maior aporte de água, que não aconteceu nas parcelas sem irrigação no ano agrícola (2013/2014) (média de 4,93 t ha⁻¹).

6 CONCLUSÕES

Pode-se concluir, para as condições testadas nessa pesquisa (Gleissolo Háplico Distrófico Típico, declividade de 0,08%, sulcos de 79 m, vazão irrigada de 1,5 L s⁻¹) que:

A vazão de irrigação de 1,5 L s⁻¹ mostrou-se adequada para os tratamentos com microcamalhão, para o comprimento das parcelas testado de 79 metros, com declividade de 0,08%;

Quanto à drenagem, tanto a utilização somente da declividade como a utilização da declividade associada ao uso de microcamalhão, mostraram-se muito eficientes e viáveis tecnicamente para o cultivo do milho

Quanto ao uso da irrigação, a irrigação por sulcos com o uso de microcamalhão foi a estratégia com melhor resposta no ano agrícola 2013/2014, no qual ocorreu estiagem de 20 dias, pois conseguiu manter o rendimento de grãos independente da distância da entrada de água. Na safra 2014/2015 não ocorreu estiagem, não podendo de esta forma ser avaliada a eficiência da irrigação.

É possível se obter alto rendimento do milho no tratamento irrigado e com microcamalhão (superior a 11 t ha⁻¹).

O uso do microcamalhão mostrou-se adequado para a irrigação e para a economia de água, proporcionando maior EUA.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMASCHI, H.; BERLATO, A. M.; MATZENAUER, R.; FONTANA, D. C.; CUNHA, G.R.; SANTOS, M. L. V.; FARIAS, J. R. B.; BARNI, N. A. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1992. 125 p.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MULLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RADIN, B.; BIANCHI, C. A. M.; PEREIRA, P. G. **Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho**. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.41, n.2, p.243-249, fev. 2006.

CANCELLIER, L.; AFFÉRI, F. S.; DE CARVALHO, E. V.; DOTTO, M. A.; LEÃO, F. F. **Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins.** *Revista Ciência Agronômica* [online]. vol.42, n.1, pp. 139-148. ISSN 1806-6690, 2011.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, oitavo levantamento, maio 2013. Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2013.

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. **Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho.** *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.41, n.12, p.1693-1698, dez. 2006.

FORSTHOFER, E. L.; DA SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; da SILVA, A. A. **Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura.** *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.41, n.3, p.399-407, mar. 2006.

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

IRGA [internet]. Serviços e informações: Safras. **Produção, Produtividade do Arroz - RS x BR**, 2013. [citado em 2013 dez 17]. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/4215/safras>

KANG, S.; LIANG, Z.; PAN, Y.; SHI, P.; ZHANG, J. **Alternative furrow irrigation for maize production in an arid area.** *Agricultural Water Management*, 45, 267-274, 2000.

MARIANO, J.C.Q.; SANTOS, G.O.; FEITOSA, D.G.; HERNANDEZ, F.B.T. Software para cálculo da evapotranspiração de referência diária pelo método de Penman-Monteith. In: CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, XXI. Petrolina: ABID, 20 a 25 de novembro de 2011, 2011. 6p. http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird2011_jean.pdf
FINANCIAMENTO: FAPESP, Processos 2009/52.467-4 e 2010/10.766-2.

MARQUES, J. B. B. **Possibilidades de aplicação de sistemas de produção integrados de bovinocultura de corte e de arroz no Bioma Pampa.** Documentos / Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390 ; 78. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008.

PAGLIARINI, N. H. F. **Teores de amônio e nitrato no solo e desempenho agrônômico do milho em função de regimes hídricos, doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura.** Dissertação de Mestrado do Programa de pós-graduação em Fitotecnia. Faculdade de Agronomia. UFRGS. 2015. 117 f.

PARFITT, J. M.B., Coord. **Produção de milho e sorgo na várzea.** (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 74.) 146 p. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J. & BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames,.26p. (Special Report, 48). Iowa State University of Science and Technology, 1993.

SALASSIER, B. Manual de Irrigação. 5a edição Universidade Federal de Viçosa., Imprensa Universitária, Viçosa, 596 p. 1989.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; SILVA, P. R. F. da; HORN, D.; SCHIMITT, A.; SCHWEITZER, C.; MOTTER, F. **Rendimento de grãos e margem bruta de cultivares de milho com variabilidade genética contrastante em diferentes sistemas de manejo**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 747-755, mai-jun, 2006.

SAS - INSTITUTE. **SAS/STAT software**. Version 8.2. 3695p. Cary, 1999.

SILVA, A. A. da; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L.; PIANA, A. T.; STRIEDER, M. L.; JANDREY, D. B.; ENDRIGO, P. C. **Produtividade do milho irrigado em sucessão a espécies invernais para produção de palha e grãos**. Pesq. agropec. bras. vol.43 no.8 Brasília Aug. 2008.

SILVA, C. A. S. da; PARFITT, J. M.B.; THIESEN, G.; SILVA, J. J. C. da; POHLMANN, N. F.; CARVALHO, E. N.; SEGABINAZI, D. R. **Sistema sulco/camalhão para irrigação e drenagem em áreas de várzea**. Comunicado técnico. ISSN 1806-9185. Pelotas, RS. Dezembro, 2007.

SILVA, P. R. F. da; PIANA, A. T.; MAASS, L. B.; SERPA, M. da S.; SANGOI, L.; VIEIRA, V. M.; ENDRIGO, P. C. JANDREY, D. B. **Adequação da densidade de plantas à época de semeadura em milho irrigado**. Revista de Ciências Agroveterinárias. Lages, v.9, n.1,p. 48-57, 2010 ISSN 1676-9732.

SILVA, P. R. F. da; SCHOENFELD, R.; **Desafios e perspectivas da rotação com milho**. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 8, Santa Maria: UFSM. Anais ... 2013.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves, RS : SOSBAI, 2014. 192p.

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**. Porto Alegre: UFRGS, 222p. 2008.

VERNETTI JUNIOR, F. de J.; GOMES, A. da S. e SCHUCH, L. O. B. **Sustentabilidade de sistemas de rotação e sucessão de culturas em solos de várzea no Sul do Brasil**. *Cienc. Rural* [online]. 2009, vol.39, n.6, pp. 1708-1714. Epub June 05, 2009. ISSN 0103-8478.

WANDER, A. L.; SOUZA, R. da S.; RICARDO, T. R.; SILVEIRA, P. M. da. **Informações Econômicas**, SP, v.40, n.5, maio 2010. **Viabilidade econômica e risco da rotação e consorciação de cultivos para a integração lavoura-pastagem em condições irrigadas no cerrado brasileiro**. *Informações Econômicas*, SP, v.40, n.5, maio 2010.