

## Ajuste da lâmina de irrigação e sua resposta nas componentes de rendimento da cultura do milho.

**Luan Junior Kuhn<sup>(1)</sup>; Leonardo Chechi<sup>(1)</sup>; Vanderléia Fotuna<sup>(2)</sup>; Patricia Mara de Almeida<sup>(2)</sup>; Maurício Albertoni Scariot<sup>(3)</sup>; Hugo von Linsingen Piazzetta<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Acadêmico do curso de Agronomia; Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Erechim, Rio Grande do Sul; Bolsista FAPERGS; (luankuhn@hotmail.com); (leonardochechi@gmail.com); <sup>(2)</sup> Acadêmico do curso de Agronomia; UFFS – Campus Erechim (leiafortuna@hotmail.com); (patimara97@hotmail.com); <sup>(3)</sup> Mestrando do PPGCTA- UFFS Campus Erechim, (mauricioalbertoniscariot@gmail.com); <sup>(4)</sup> Professor;- UFFS Campus Erechim, (hugo.piazzetta@uffs.edu.br).

**RESUMO:** Sendo a deficiência hídrica uma das principais causas para a baixa produtividade da cultura do milho no Brasil, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar as componentes de rendimento da cultura submetidas a diferentes formas de ajuste da lâmina de irrigação e validar a planilha “Lâmina” para recomendação de irrigação na cultura. Para avaliar o efeito da irrigação sobre a cultura foram aplicados os seguintes tratamentos: não utilização de irrigação (controle); ajuste da lâmina de irrigação conforme valor fornecido pela planilha “Lâmina” (Lâmina); manutenção da umidade do solo equivalente capacidade real de água no solo em 55% da capacidade total de água do solo (55% CRA); e manutenção da umidade do solo equivalente em 100% da umidade da capacidade de campo (100% CC). Os tratamentos 100% CC e controle apresentaram resultados similares, diferindo estatisticamente apenas para a componente matéria seca da parte aérea. O tratamento Lâmina apresentou os melhores resultados para as componentes número de grãos por fileira, número de grãos por espiga e peso de mil, enquanto o tratamento 55% CRA apresentou as melhores médias para as componentes matéria seca da parte aérea, espigas por planta e também peso de mil grãos. Por fim, a planilha Lâmina mostrou grande potencial para a recomendação de irrigação, no entanto, mais estudos são necessários em condições climáticas diversas.

**Termos de indexação:** *Zea mays* L., água, precipitação.

### INTRODUÇÃO

No Brasil a cultura do milho apresenta produtividade média nacional de 4934 kg ha<sup>-1</sup>, muito

baixa comparada aos principais países produtores (Conab, 2016). Dentre as causas para a baixa produtividade está a deficiência hídrica. Sendo assim, a adoção de um sistema de irrigação pode suprir as necessidades hídricas da cultura, evitando assim, as perdas. No entanto, a irrigação no Brasil é feita muitas vezes sem acompanhamento técnico, ocasionando grande desperdício de água. Dessa maneira, faz-se necessário entender o efeito da irrigação sobre os componentes do rendimento da cultura, afim de estabelecer um manejo racional e eficaz da água de irrigação em sistemas agrícolas.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar os componentes do rendimento da cultura do milho submetido a diferentes formas de ajuste da lâmina de irrigação e validar a planilha “Lâmina” para recomendação de irrigação na cultura.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim, durante safra 2015/2016. No local, o solo é classificado como Latossolo Bruno Intermediário para Latossolo Roxo Alíco (IBGE, 2002). O clima do local é Cfa conforme classificação estabelecida por Köppen (1931). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída de uma parcela com dimensões de 3 m de largura por 3 m de comprimento totalizando 9 m<sup>2</sup> por unidade experimental.

A semeadura foi realizada no dia 3 de novembro, utilizando-se o híbrido simples MG 300 (Morgan Sementes). Adotou-se o espaçamento de 0,50 metros de distância de entre fileiras e população de 80 000 plantas por hectare. A adubação utilizada foi

de 500 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula (NPK) 5-20-20 + 200 kg ha<sup>-1</sup> de Superfosfato Simples (16% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) no momento da semeadura e 140 kg ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura, divididos em duas aplicações, sendo uma em estágio vegetativo V4 e outra em V8. Estas doses de fertilizantes foram definidas a partir das condições químicas do solo, determinadas por meio de análise de solos, seguida de interpretação e recomendação conforme SBCS (2004). O controle de plantas daninhas foi realizado com aplicação de herbicida pós-emergente de princípio ativo glyphosate na dose de 3L ha<sup>-1</sup> em pré-semeadura. Posteriormente a semeadura, utilizou-se os herbicidas de princípio ativo glyphosate (3L ha<sup>-1</sup>) e atrazina (6 L ha<sup>-1</sup>) após o primeiro fluxo de emergência de plantas daninhas. O controle de pragas e doenças foi realizado com tratamento químico sempre que o nível de dano econômico foi atingido, sendo assim realizou-se o monitoramento constante da sanidade da cultura. A aplicação de água foi realizada manualmente, utilizando mangueira e hidrômetro digital para quantificar o volume de água aplicado.

Para avaliar o efeito da irrigação sobre a cultura do milho foram aplicados os seguintes tratamentos: não utilização de irrigação (controle); ajuste da lâmina de irrigação conforme valor fornecido pela planilha “Lâmina” (Lâmina); manutenção da umidade do solo equivalente capacidade real de água no solo em 55% da capacidade total de água do solo (55% CRA); e manutenção da umidade do solo equivalente em 100% da umidade da capacidade de campo (100% CC).

O tratamento controle recebeu água apenas pela ocorrência natural de chuvas no local, monitorado com o auxílio de estação meteorológica. Para o tratamento 55% CRA, estimou-se a capacidade total de água (CTA) para o solo, a capacidade real de água para o solo (CRA) e o armazenamento (ARM) de água no solo, conforme metodologia proposta por Bernardo (2005). A partir dos valores de CRA e ARM realizou-se a correção da umidade do solo aplicando-se o volume de água correspondente a diferença entre estas variáveis. No tratamento Lâmina, utilizou-se a planilha “Lâmina” desenvolvida pelos autores, observando as recomendações estabelecidas por Allen & Pereira (1998). Para o tratamento 100% CC aplicou-se a quantidade de água necessária para manter a umidade do solo na capacidade de campo. Em todos os tratamentos determinou-se a quantidade total de água recebida pela cultura durante seu desenvolvimento.

A colheita da cultura e a trilha das espigas foi realizada de forma manual, com umidade de grãos em torno de 18 a 22%, coletando-se uma área de 4 m<sup>2</sup> em cada parcela. Após foi realizada a análise

dos componentes de rendimento, os quais foram matéria seca (MS) da parte a planta, número de espigas por planta, fileiras por espiga, grãos por fileira, grãos por espiga e peso de mil grãos.

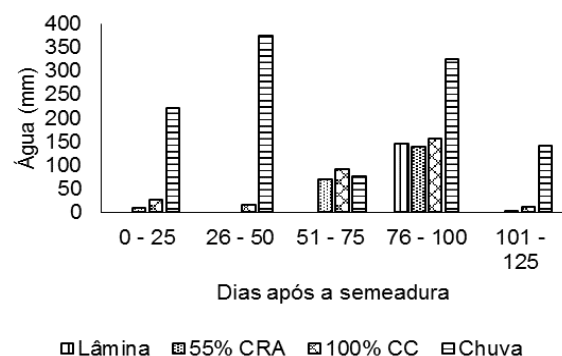
A contagem de espigas por planta foi determinada avaliando-se todas as plantas dentro da área colhida. O número de grãos por fileira e o número de grãos por espiga foram determinados em sete espigas em cada parcela. O restante da parte aérea das plantas da parcela foi moída e seca em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 60°C até atingir peso constante, visando mensurar a matéria seca da parte aérea da planta, a qual foi determinada com o auxílio de balança analítica, sendo o peso dos grãos não incluído no cálculo.

A determinação do peso de mil grãos foi realizada contando-se oito repetições de 100 grãos, as quais foram pesadas com o auxílio de balança analítica. A umidade dos grãos foi determinada pelo método da estufa a 105±2° C por 24 h, visando a correção da umidade para 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo que os tratamentos que apresentaram significância foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para estes procedimentos, utilizou-se o software SPSS v.22,0.

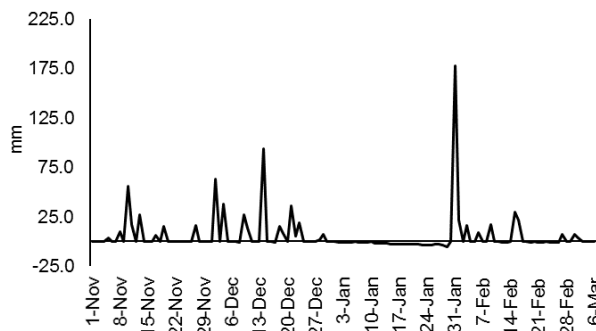
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia apresentada, a água recebida pela cultura (irrigação + chuva) correspondente a cada tratamento foi 1139,60 mm para o tratamento controle, 1284,05 mm para o tratamento Lâmina, 1345,62 mm para o tratamento 55% CRA e 1416,89 mm para o tratamento 100% CC. A distribuição das irrigações e das chuvas durante o período são apresentadas na **figura 1**. A distribuição das lâminas de irrigação aplicadas foi obtida pela média das quatro repetições somadas em períodos de 25 dias, iniciando-se na semeadura até a colheita.



**Figura 1:** Irrigações médias (mm) somadas e precipitações em períodos de 25 dias, iniciando-se após a semeadura até a colheita da cultura.

Na **figura 2**, é apresentado o balanço hídrico diário durante o período de desenvolvimento da cultura. Pode-se observar alguns períodos de deficiência hídrica durante o desenvolvimento da cultura, sendo o mais prolongado entre os dias 10 de janeiro e 29 de janeiro, período que condiz com o início da fase de enchimento de grãos da cultura.



**Figura 2:** Balanço hídrico diário, no período de 1 de novembro de 2015 à 6 de março de 2016.

Na **tabela 1** e na **tabela 2** são apresentadas as médias correspondentes aos componentes de rendimento da cultura. Para a componente matéria seca da parte aérea (MS), observa-se maior teor de MS no tratamento 55% CRA, sendo que este apresenta diferença significativa para os demais. Logo em seguida, aparece o tratamento 100% CC e o tratamento Lâmina, não se diferenciando significativamente entre si. Todos os tratamentos apresentaram diferença significativa para o tratamento controle, que apresentou a menor produção de matéria seca, o que pode ser explicado pela ocorrência de períodos de menor disponibilidade de água durante o ciclo da cultura. A maior produção de matéria seca no tratamento 55% CRA pode ser explicado pelas irrigações realizadas no período de crescimento vegetativo da planta, as quais não foram realizadas no tratamento Lâmina. O tratamento 100% CC também recebeu irrigações durante o período de crescimento vegetativo, no entanto, como se objetivou manter a umidade do solo na umidade de capacidade de campo, na ocorrência de altos volumes de chuva, as plantas submetidas a este tratamento podem ter ficado em condições de solo saturado. Em condições de saturação, o excesso de água diminui a aeração, dessa maneira, a falta de oxigênio impede a

absorção metabólica da água em razão da indisponibilidade de energia (ATP), em função da baixa eficiência da atividade respiratória (Floss, 2011).

De acordo com Magalhães & Durães (2006) todas as folhas e espigas que a planta irá produzir são formados no estágio de crescimento vegetativo V3, e durante este estágio tanto a falta de água como o excesso de umidade podem vir a causar danos a cultura, uma vez que ponto de crescimento da planta ainda se encontra abaixo do solo. Isto além de explicar a maior produção de matéria seca no tratamento 55% CRA comparado aos outros tratamentos, também explica o maior número de espigas por planta para o mesmo tratamento, o qual apresenta diferença significativa sobre os demais que apresentaram resultados semelhantes entre si.

**Tabela 1:** Médias dos componentes do rendimento matéria seca da parte aérea (MS), número de espigas por planta e fileiras por espigas nos diferentes tratamentos aplicados.

Tratamento*	MS (Kg ha <sup>-1</sup> )	Espigas planta <sup>-1</sup>	Fileiras espigas <sup>-1</sup>
Controle	6095,00 <sup>c</sup>	0,96 <sup>b</sup>	15,57 <sup>a</sup>
Lâmina	6610,49 <sup>b</sup>	0,96 <sup>b</sup>	15,92 <sup>a</sup>
55% CRA	7162,28 <sup>a</sup>	1,02 <sup>a</sup>	16,00 <sup>a</sup>
100% CC	6788,96 <sup>b</sup>	0,95 <sup>b</sup>	16,05 <sup>a</sup>
CV (%)	2,42	1,10	2,68

\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

O número de fileiras por espiga não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Já para o componente grãos por fileira o tratamento 55% CRA apresentou o menor rendimento, o que pode ser explicado pelo maior número de fileiras por espiga (mesmo não apresentando diferença significativa), uma vez que para grãos por espiga, apenas o tratamento Lâmina apresentou valores superiores, diferenciando-se estatisticamente dos demais. O tratamento 55% CRA apresentou o segundo maior rendimento médio de grãos por espiga, no entanto não se diferiu dos tratamentos 100% CC e controle. O número de fileiras na espiga é estabelecido no estágio V12, enquanto o número de grãos por fileira e número total de grãos por espiga é definido no estágio V17, sendo que tanto o estresse por falta de água como por condições de saturação podem ocasionar diminuição na produção de grãos, porém a maior redução pode acontecer no estágio R1, onde se tem a determinação do número de óvulos que serão fertilizados, assim, óvulos não fertilizados, não produziram grãos. (Magalhães &

Durães, 2006). De acordo com Floss (2011) plantas com déficit hídrico formam menor número de grãos de pólen e óvulos, devida a menor síntese de proteínas e menor taxa de duplicação do DNA. No caso do milho, pode também ser resultado da não fertilização, uma vez que a formação do tubo polínico e sua inserção no estilete feminino só ocorrem se o estilete estar bem hidratado.

Dessa maneira, as diferenças estatísticas encontradas entre os tratamentos podem ser explicadas por uma menor disponibilidade (controle) ou excesso de água (100% CC) durante esses períodos.

**Tabela 2:** Médias dos componentes do rendimento número de grãos por fileira, grãos por espiga e peso de mil grãos, nos diferentes tratamentos aplicados.

Tratamento*	Grãos fileira <sup>-1</sup>	Grãos espiga <sup>-1</sup>	Peso de mil grãos (g)
Controle	33,11 <sup>a</sup>	512,33 <sup>b</sup>	320,14 <sup>c</sup>
Lâmina	34,70 <sup>a</sup>	537,64 <sup>a</sup>	334,59 <sup>ab</sup>
55% CRA	30,82 <sup>b</sup>	517,92 <sup>b</sup>	338,13 <sup>a</sup>
100% CC	32,90 <sup>a</sup>	509,08 <sup>b</sup>	326,63 <sup>bc</sup>
CV (%)	2,74	1,70	1,22

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Por fim no componente peso de mil grãos é observado maior peso para o tratamento 55% CRA, seguido pelo tratamento Lâmina, não se diferenciando estatisticamente entre si. O tratamento 100% CC, apesar de apresentar rendimento similar ao tratamento Lâmina não apresentou diferença significativa para o tratamento controle, o qual apresentou o menor peso de mil grãos. Fancelli (2015), relata que o enchimento de grãos de milho ocorre basicamente em duas fases: 1) no estágio R2, onde se observa um acúmulo de açúcares solúveis no endosperma dos grãos que contribuem para o incremento de sua massa, sendo estes provenientes da translocação de fotoassimilados das folhas e colmos; e 2) no estágio R3 onde se observa uma acentuada deposição de amido nos grãos, sendo um período quase que exclusivamente destinado ao ganho de peso dos grãos. Baixa disponibilidade de água em qualquer destas fases, acarretará numa baixa eficiência de translocação, resultando em perda de peso dos grãos, gerando grãos leves e pequenos. Como o peso de grãos é resultado da translocação dos fotoassimilados contidos nas folhas e colmos, verifica-se uma similaridade de resultados entre a produção de MS e o peso de mil grãos, apresentando assim, maior

peso de mil grãos para o tratamento que apresentou maior produção de MS (55% CRA). No entanto, deve-se destacar a condição hídrica durante o enchimento de grãos, diminuindo o efeito negativo do estresse hídrico sobre a translocação de fotoassimilados.

### CONCLUSÕES

A falta de água tem efeito negativo sobre os componentes de rendimento da cultura do milho na região de Erechim-RS, no entanto, deve-se evitar o excesso de irrigações.

O método de determinação da lâmina de irrigação pela planilha Lâmina mostrou ser acurado para as componentes, fileiras por espiga, grãos por fileira, grãos por espiga e peso de mil grãos. No entanto, apresentou performance inferior ao tratamento 55% CRA para as componentes MS e número de espigas por planta. Dessa maneira, mais estudos são necessários para avaliar o desempenho da planilha em condições climáticas diversas, e possivelmente, alguns ajustes devem ser feitos na Lâmina, para o período vegetativo da cultura.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela concessão de auxílio ao primeiro autor.

### REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa: UFV, 2005. 656 p.
- CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2015/2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_04\\_07\\_10\\_39\\_11\\_boletim\\_graos\\_abril\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_07_10_39_11_boletim_graos_abril_2016.pdf)>. Acesso em 25 de abril de 2016.
- IBGE. Mapa de solos do Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em <[ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas\\_tematicos/pedologia/unidades\\_federacao/rs\\_pedologia.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/pedologia/unidades_federacao/rs_pedologia.pdf)>. Acesso em 25 de abril de 2016.
- FANCELLI, A. L. Ecofisiologia, fenologia e implicações básicas de manejo. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.;



PIMENTEL, M. A. **Milho do Plantio a Colheita**. Viçosa: UFV, 2015. 351 P.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2011, 734 p.

KÖPPEN W. **Grundriss der Klimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter & Co, 1931. 388 p.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO (SBCS). **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2004. 401 p