



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS ERECHIM

CURSO DE AGRONOMIA

VANDERLÉIA FORTUNA

**AJUSTE DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO NO DESEMPENHO AGRONÔMICO
DA CULTURA DO MILHO**

ERECHIM

2017

VANDERLÉIA FORTUNA

**AJUSTE DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO NO DESEMPENHO AGRONÔMICO
DA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso de
graduação, apresentado como requisito para
obtenção de grau de Bacharel em Agronomia na
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Dr. Hugo von Linsingen Piazzetta

ERECHIM

2017

Fortuna, Vanderléia

AJUSTE DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO NO DESEMPENHO
AGRONÔMICO DA CULTURA DO MILHO/ Vanderléia Fortuna. --
2017.

27 f.:il.

Orientador: Hugo von Linsingen Piazzetta.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia , Erechim, RS , 2017.

1. Zea mays, água, umidade do solo. I. Piazzetta,
Hugo von Linsingen, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFES
CAMPUS ERECHIM

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos vinte e um dias do mês de junho de 2017, às 15:30 horas, foi realizado a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso II de **VANDERLÉIA FORTUNA**, intitulado "Ajuste da lâmina de irrigação no desempenho agrônômico da cultura do milho".

A Banca Examinadora, constituída pelo (a) professor (a) orientador (a) **Dr. HUGO VON LINSINGEN PIAZZETTA** e pelos professores **DR. BERNARDO BERENCHTEIN** e **DR. GISMAEL FRANCISCO PERIN**, emitiu o seguinte parecer:

Aprovado com nota: 9,4

Refazer o relatório

Reprovado

Obs.: _____

Eu, HUGO von Linsingen Piazzetta, orientador (a) do aluno (a), lavrei a presente Ata que segue por mim assinada e pelos demais membros da Banca Examinadora.



HUGO VON LINSINGEN PIAZZETTA

Orientador



BERNARDO BERENCHTEIN

Examinador



GISMAEL FRANCISCO PERIN

Examinador

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	6
2. ABSTRACT	7
3. INTRODUÇÃO	5
4. MATERIAL E MÉTODOS	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
6. CONCLUSÃO.....	24
7. REFERENCIAS	25

1. RESUMO

1
2 O milho é um dos cereais mais produzido e consumido no mundo, porém sua produtividade
3 ainda é muito afetada pela ocorrência de déficit hídrico, principalmente quando este ocorre
4 concomitante ao período crítico da cultura. Deste modo, a busca por formas de manejo e
5 sistemas de irrigação mais eficientes, assume fundamental importância, uma vez que busca-se
6 a mitigação de fatores que levam a redução da disponibilidade dos recursos naturais. Sendo
7 assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes de rendimento, produtividade,
8 eficiência do uso da água e composição bromatológica do grão, na cultura do milho submetido
9 a diferentes lâminas de irrigação, e ainda a validação da planilha “lâmina” para a recomendação
10 de irrigação desta cultura. O experimento foi desenvolvido na área experimental do campus da
11 UFFS/Erechim RS, os tratamentos foram: não utilização de irrigação (controle); ajuste da
12 lâmina de irrigação conforme valor fornecido pela planilha “Lâmina”; manutenção da umidade
13 do solo equivalente a capacidade real de água no solo, correspondente a 55% da capacidade
14 total de água do solo (CRA 55%) e manutenção da umidade do solo equivalente em 100% da
15 umidade da capacidade de campo (100%CC). O delineamento experimental utilizado foi o de
16 blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições. As produtividades foram similares
17 entre os tratamentos irrigados, não apresentando diferenças significativas para o tratamento
18 controle. Isso pode ser justificado devido ao alto volume de precipitação registrado e ainda a
19 boa distribuição destas durante todo o ciclo da cultura. O tratamento Lâmina utilizou a segunda
20 menor quantidade de água aplicada, contribuindo para o uso racional desta em sistemas
21 agrícolas irrigados, sem interferir na produtividade e ainda apresentando elevação no teor de
22 proteína bruta no grão comparado aos demais sistemas irrigados.
23 Palavras-chave: *Zea mays*, água, umidade do solo.

24

1. ABSTRACT

25 Corn is one of the most produced and consumed cereals in the world, but its productivity is still
26 very affected by the occurrence of water deficit, especially when it occurs concomitant to the
27 critical period of the crop. In this way, search for more efficient management methods and
28 irrigation systems become important, once the society is looking for mitigation of factors who
29 reduce natural resources. Therefore, the purpose of this work was evaluate yield components,
30 productivity, efficiency of water use and grain bromatology of maize crop, submitted to
31 different irrigation levels, as well the validation of “Lâmina” spreadsheet for corn’s
32 recommendation. The experiment was carried out at UFFS / Erechim RS experimental area,
33 and the treatments were: without irrigation (control); Adjustment of irrigation level according
34 to “Lâmina” spreadsheet; Maintenance of soil moisture equivalent to the actual soil water
35 capacity relative to 55% of total soil water capacity (CRA 55%) and maintenance of soil
36 moisture equivalent in 100% of field capacity humidity (100% CC). The experimental design
37 was a completely randomized block design with four replications. The yields were similar
38 among irrigated treatments, without significant differences ($P>0.05$) for control treatment. This
39 can be justified due to high volume of rainfall recorded and distribution of these during full
40 crop cycle. “Lâmina” treatment used the second least amount of water applied, contributing to
41 rational use in irrigated agricultural systems, without affect productivity and increasing crude
42 protein content in grain when compared to other’s irrigated systems.

43 Key words: *zea mays*, Water, soil moisture

44

45

2. INTRODUÇÃO

46 Considerado o cereal mais produzido e consumido no mundo, o milho (*Zea mays* L.) é
47 uma planta de origem mexicana, pertence à família Poaceae, cuja domesticação ocorreu a cerca

48 de 7500 a 12000 anos. É a segunda cultura mais importante na agricultura brasileira, visto que
49 juntamente com a soja, contribui com cerca de 80% da produção (DUARTE; GARCIA;
50 MIRANDA, 2011).

51 O milho é cultivado em diferentes sistemas produtivos e produzido principalmente nas
52 regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Sua importância vai além do aspecto econômico,
53 por sua relevância enquanto fator de nutrição humana e animal e na viabilidade de outras
54 culturas, reduzindo a incidência de doenças por meio da rotação de culturas. É considerado o
55 principal componente na alimentação de aves, suínos e bovinos, onde assegura a parte
56 energética das rações (MAPA, 2012; CIB, 2006).

57 Conforme a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP, 2016) EUA,
58 China e Brasil representam 67,2% da produção mundial, relativo à safra 2015/16. Os dados da
59 Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016) demonstram que nesta mesma safra,
60 a produção do cereal teve queda em relação à safra passada, devido a ocorrência de estresses
61 hídricos. Já para 2016/17, houve um incremento de aproximadamente 39,5% na produtividade,
62 tendo 8,3% a mais de área plantada, totalizando uma produção de aproximadamente 92,8
63 milhões de toneladas (CONAB, 2017).

64 Várias são as causas para a baixa produtividade na cultura do milho, dentre as quais, a
65 deficiência hídrica assume considerável relevância, principalmente em períodos críticos de
66 desenvolvimento da cultura. Dados demonstram que uma semana de deficiência hídrica após a
67 emissão das anteras pode causar queda de até 50% na produtividade da cultura (SILVA, et al.,
68 2007; HENCKEL, 1964).

69 Dessa forma, com o intuito de regularizar a disponibilidade hídrica para as plantas, a
70 utilização de sistemas de irrigação tem demonstrado grande potencialidade do ponto de vista
71 produtivo (MOREIRA, CARDOSO, et al., 2012). Porém, no Brasil, a irrigação em muitos casos

72 ainda é desenvolvida com pouca tecnologia e sem a preocupação com o uso e manejo racional
73 da água (GOMIDE, 1998).

74 Atualmente, poucas são as ferramentas disponíveis ao produtor que visam auxiliar nas
75 tomadas de decisões em relação ao momento de se irrigar e a quantidade de água necessária.
76 Além disso, estas ferramentas na maioria das vezes, não são apresentadas ao produtor de forma
77 acessível, dificultando sua adoção (SILVEIRA; STONE, 1994).

78 Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes de rendimento,
79 produtividade, eficiência do uso da água e composição bromatológica dos grãos, na cultura do
80 milho, submetido a diferentes formas de ajuste das lâminas de irrigação, e ainda a validação da
81 planilha “Lâmina” para a recomendação de irrigação desta cultura.

82

83 **3. MATERIAL E MÉTODOS**

84 O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira
85 Sul campus Erechim, durante o período de maio de 2016 a abril de 2017. No local o solo é
86 classificado como Latossolo Vermelho Alumino Férrico Húmico conforme classificação de
87 (EMBRAPA, 2006).

88 O clima do local é Cfa conforme classificação estabelecida por (KÖPPEN, 1931), onde
89 a temperatura no mês mais quente é superior a 22°C e inferior a 18°C no mês mais frio, além
90 de chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Na Tabela 1 são apresentados os dados
91 climatológicos do município de Erechim.

92 Para atender os objetivos deste trabalho foram comparadas as seguintes formas de ajuste
93 de lâmina de irrigação: Não utilização de irrigação (controle); Manutenção da umidade do solo
94 equivalente em 100% da umidade da capacidade de campo (100%CC); Manutenção da umidade
95 do solo equivalente a capacidade real de água no solo, correspondente a 55% da capacidade

96 total de água do solo (CRA 55%); Ajuste da lâmina de irrigação conforme valor fornecido pela
 97 planilha “Lâmina”.

98

99 **Tabela 1.** Características climatológicas de 30 anos (1976-2005) do município de Erechim

Meses	Temperatura média °C	Precipitação pluviométrica (mm)	Umidade Relativa (%)	Evapotranspiração potencial (mm/mês)	Radiação solar (MJ/m ² /dia)
Janeiro	22,6	171,7	77,6	117,0	21,6
Fevereiro	22,1	143,2	79,3	97,7	20,8
Março	21,2	132,9	79,7	93,5	17,7
Abril	18,5	145,2	79,2	65,2	14,4
Mai	15,7	159,6	82,6	46,4	12,3
Junho	13,9	156,4	81,9	34,8	10,6
Julho	13,5	177,7	80,8	35,1	11,1
Agosto	15,0	129,5	79,4	45,0	13,4
Setembro	15,7	173,0	76,0	50,3	15,7
Outubro	18,2	210,1	76,0	61,3	19,5
Novembro	20,0	155,4	75,3	87,8	22,3
Dezembro	21,7	145,1	75,6	110,9	22,6
Anual	18,2	1869,4	78,6	844,9	16,8

100 Fonte: (MATZENAUER, RADIN e ALMEIDA, 2011)

101

102 O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados com
 103 quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída de um piquete com dimensões de

104 3 m de largura por 3 m de comprimento totalizando 9 m², separadas por um caminho de 1 m de
105 largura. A correção de acidez no solo foi feita a partir da aplicação sem incorporação, de
106 calcário filler, na dose de 2000 kg ha⁻¹ de CaCO₃ (PRNT 60%), no objetivo de elevar a saturação
107 por bases a 70%.

108 O estabelecimento da cultura foi realizado conforme recomendação estabelecida pelo
109 Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul determinada pelas Portarias 162/2016 para
110 cultura do Milho do MAPA e de acordo com a recomendação do cultivar. Desta forma, a
111 semeadura foi realizada no dia 31 de novembro de 2016 utilizando conjunto semeadora-
112 adubadora de precisão com mecanismo dosador de sementes de disco alveolado, regulada para
113 obter população final de 80.000 plantas ha⁻¹, com espaçamento de 0,5 m e profundidade de
114 semeadura de 2 cm.

115 Para tanto, foi utilizado o híbrido IMPACTO VIPTERA 3, que tem recomendação para
116 a região. As sementes foram previamente tratadas com Standak Top, na dose de 200 mL 100
117 kg⁻¹ de sementes. A dose de fertilizante utilizada foi definida a partir das condições químicas
118 demonstrada pela análise de solo, seguida de interpretação e recomendação conforme o Manual
119 de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SBCS,
120 2004). Sendo assim, utilizou-se a dose de 700 kg ha⁻¹ do adubo 5-20-20 no momento da
121 semeadura e 300 kg ha⁻¹ de ureia em cobertura, aplicados no estágio vegetativo V6.

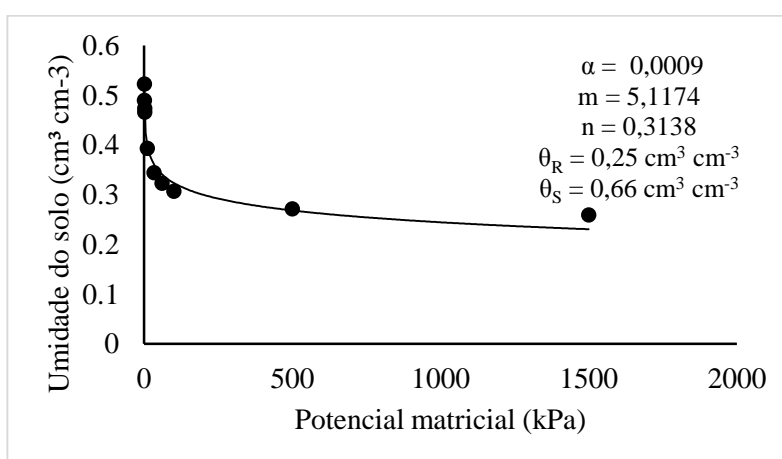
122 Considerando que anterior ao experimento, a área estava cultivada Aveia preta para
123 cobertura, antes de realizar a semeadura foi feita uma roçada, e aplicação de herbicida pós-
124 emergente de princípio ativo *glyphosate* na dose de 3 L ha⁻¹ e atrazina na dose de 4 L ha⁻¹, após
125 o primeiro fluxo de emergência. O controle de pragas e doenças foi realizado com tratamento
126 químico sempre que o nível de dano econômico foi atingido, assim realizou-se três aplicações
127 de inseticida Engeo Pleno, do grupo químico Neonicotinóide e Piretróide.

128 A fim de conhecer as propriedades hidráulicas do solo foi construída a curva de retenção
129 de água conforme metodologia da câmara de Richards descrita por Richards e Fireman (1943)
130 e Embrapa (1997). Sendo assim foram coletadas 15 amostras de solo indeformadas em anéis
131 cilíndricos de volume conhecido nas profundidades de 0 - 10 cm, com auxílio de trado tipo
132 “Uhland”. Após as coletas, as amostras foram levadas ao laboratório para determinações. Para
133 construção da curva, foram adotados os pontos de tensão de: 6, 10, 30, 100, 300 e 1.500 kPa e
134 determinada as umidades volumétricas correspondentes.

135 Após a determinação das umidades de equilíbrio, em todos os pontos de tensões
136 aplicados, foi construída a curva de retenção da água no solo, ajustando-se os valores de
137 umidade pelo modelo matemático proposto por Van Genuchten (1980), conforme pode ser
138 observado na Figura 1.

139 A umidade na capacidade de campo foi aquela obtida na tensão de 30 kPa e a umidade
140 no ponto de murcha permanente a obtida na tensão de 1500 kPa. Assim encontrou-se os valores
141 de 34% de umidade para capacidade de campo de e 26% de umidade para o ponto de murcha
142 permanente.

143



144

145 Figura 1 - Curva de retenção de água no solo na área experimental.

146 Os tratamentos propostos neste projeto foram aplicados desde a semeadura até a colheita
147 da cultura da seguinte forma:

148 Para o tratamento sem irrigação, a disponibilidade de água se deu em função da
149 ocorrência natural de chuvas do local, monitorada com auxílio de estação meteorológica
150 automática marca Agrosystem modelo Vantage Pro 2, equipada com datalogger, instalada
151 próxima a área.

152 Para o tratamento de manutenção de 100% da capacidade de campo, a umidade do solo
153 foi determinada com auxílio de uma sonda TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo)
154 modelo standard 6005L acoplada ao medidor de umidade MiniTrase com datalogger. Para isso
155 foram instaladas uma sonda em cada parcela deste tratamento. Após efetuar a leitura da
156 umidade do solo foi aplicada a quantidade de água necessária para reestabelecer a umidade da
157 capacidade de campo de acordo com a Equação (1) proposta por Bernardo (2005).

158

$$159 \quad LL = \frac{(\theta_{cc} - \theta_f)}{10} \times z \quad (1)$$

160 Onde: LL = lâmina líquida de irrigação; Θ_{cc} = umidade volumétrica do solo na
161 capacidade de campo (%); Θ_f = umidade volumétrica do solo no momento da aferição (%); z =
162 profundidade efetiva do sistema radicular, para milho considerado 0,6 m.

163 Para o tratamento que foi mantida a capacidade real de água no solo (CRA), conforme
164 o fator de depleção do solo para a cultura, estabelecido por Allen et al. (1998), após a
165 determinação da umidade do solo com a sonda TDR, a lamina de água aplicada foi determinada
166 pela Equação (2) (BERNARDO, 2005).

167

$$168 \quad LL = \frac{(\theta_{cc} - \theta_f)}{10} \times z \times f \quad (2)$$

169 Onde: LL = lâmina líquida de irrigação; Θ_{CC} = umidade volumétrica do solo na
170 capacidade de campo (%); Θ_f = umidade volumétrica do solo no momento da aferição (%); z =
171 profundidade efetiva do sistema radicular, para milho considerado 0,6 m; f = fator de depleção
172 hídrica da cultura, para o milho 0,55.

173 No tratamento ajustado pela planilha “Lâmina”, se utilizou a ferramenta que foi
174 desenvolvida pela equipe do projeto, observando as recomendações estabelecidas por Allen et
175 al. (1998). Esta planilha utiliza dados do local, solo, sistema de irrigação, cultura e fatores
176 climáticos para construir o balanço hídrico do solo em relação a cultura que esta cultivada
177 naquele momento, e a partir disto se faz uma recomendação de lâmina de irrigação que atenda
178 às necessidades da cultura.

179 Sendo assim, foram feitas leituras diárias dos elementos climáticos: radiação solar
180 global ($MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$), temperatura média do ar ($^{\circ}C$), umidade relativa do ar média e mínima
181 (%), velocidade do vento ($m\ s^{-1}$) e precipitação pluviométrica ($mm\ dia^{-1}$). Estes valores também
182 foram obtidos pela estação meteorológica junto à área experimental.

183 A planilha foi alimentada com estes valores, juntamente com parâmetros relacionados
184 ao local (Latitude, Longitude e Altitude), a característica do solo (umidade na capacidade de
185 campo e umidade no ponto de murcha permanente) e da cultura (espécie e fase de
186 desenvolvimento), assim ajustando a lâmina de irrigação a ser aplicada, utilizando-se de um
187 intervalo de irrigação de 2 dias.

188 Em todos os tratamentos foi determinada a quantidade total de água recebida pela
189 cultura durante seu desenvolvimento, permitindo relacionar a quantidade de água aplicada com
190 os componentes de rendimento e produtividade da cultura. A irrigação foi feita através de
191 aspersores colocados no centro de cada parcela, e a quantidade de água medida através de
192 medidores de vazão digital.

193 Para realização das determinações, foram desprezadas as bordaduras correspondente a
194 0,5 m de cada lado da parcela, restando 4 m² de área útil a ser colhida.

195 No momento em que a cultura atingiu a maturidade fisiológica, 5 plantas, selecionadas
196 aleatoriamente na parcela, foram cortadas rente ao solo para determinação da biomassa seca da
197 parte aérea. Para isso, as espigas foram separadas e as plantas trituradas para facilitar o
198 acondicionamento, após, permaneceram em estufa com circulação forçada de ar na temperatura
199 de 60°C até obter peso contante. A biomassa foi determinada por pesagem em balança semi
200 analítica, considerando assim a massa seca das plantas somada aos sabugos e grãos destas. Os
201 grãos desta avaliação foram somados aos grãos colhidos da parcela. A colheita da parcela útil,
202 foi realizada no dia 27 de abril de 2017, manualmente retirando-se as espigas. Após, todas as
203 espigas secaram em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 60°C até que tivessem
204 condição de umidade que possibilite o processo de debulha manual

205 Os componentes de rendimento analisados foram: número de fileiras por espiga, número
206 de grãos por fileira e número de grãos por espiga, essas variáveis foram analisadas a partir de
207 cinco espigas escolhidas aleatoriamente em cada parcela. Também, a massa de mil grãos foi
208 determinada de acordo com metodologia proposta por Brasil (2009). Após, foi determinada a
209 umidade dos grãos permitindo a estimativa da produtividade de grãos em kg ha⁻¹, em razão do
210 rendimento de grãos na área útil de cada parcela com umidade ajustada para 13%, e a população
211 de plantas corrigida para 80.000 plantas ha⁻¹. A eficiência do uso da água foi calculada pela
212 relação litros de água por quilogramas de grãos produzidos (L kg⁻¹).

213 Para a realização das análises bromatológicas dos grãos, estes foram triturados em
214 moinho do tipo Wiley e em seguida submetidos a metodologia sugerida por Silva e Queiroz
215 (2002). Para tanto, foram determinadas matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo, e proteína
216 bruta.

217 Assim sendo, foram realizada análise de variância dos dados obtidos e para os que
218 apresentaram significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de
219 probabilidade de erro. Para tanto, foi utilizado o software estatístico SPSS v.24,0.

220

221

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

222

223

224

225

226

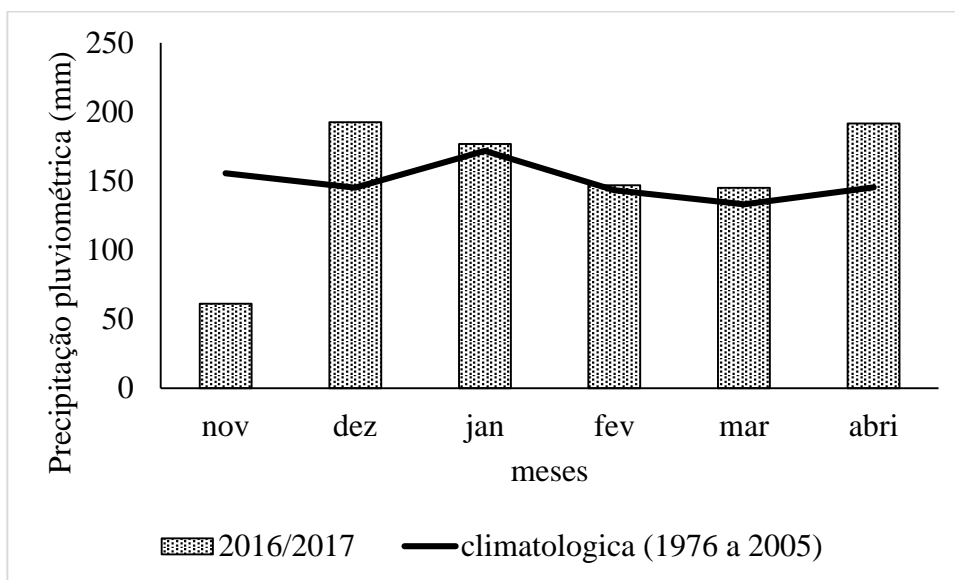
227

228

229

230

A safra de milho 2016/17 na maior parte do Rio Grande do Sul foi marcada por fortes chuvas acumuladas e bem distribuídas. Na região de Erechim, as chuvas ficaram dentro ou ligeiramente acima das normais climatológicas, como pode ser observado na Figura 2. Desde a semeadura até a colheita da cultura, foram registrados cerca de 721,8 mm de chuva, observando-se que a média da normal climatológica seria de 615,4. De acordo com Mello e Silva (2009) a necessidade hídrica para a cultura do milho varia de 400-800 mm de chuva, sendo assim, é possível afirmar que as condições meteorológicas na safra 2016/2017 foi satisfatória para o cultivo do cereal.



231

232

Figura 2 - Precipitação pluviométrica normal e registrada na safra 2016/2017. Erechim/RS

233 A cultura se desenvolveu desde a semeadura até a colheita com chuvas dentro da média,
234 sendo assim, não foram registrados déficit hídrico, como pode ser observado na Figura 3.
235

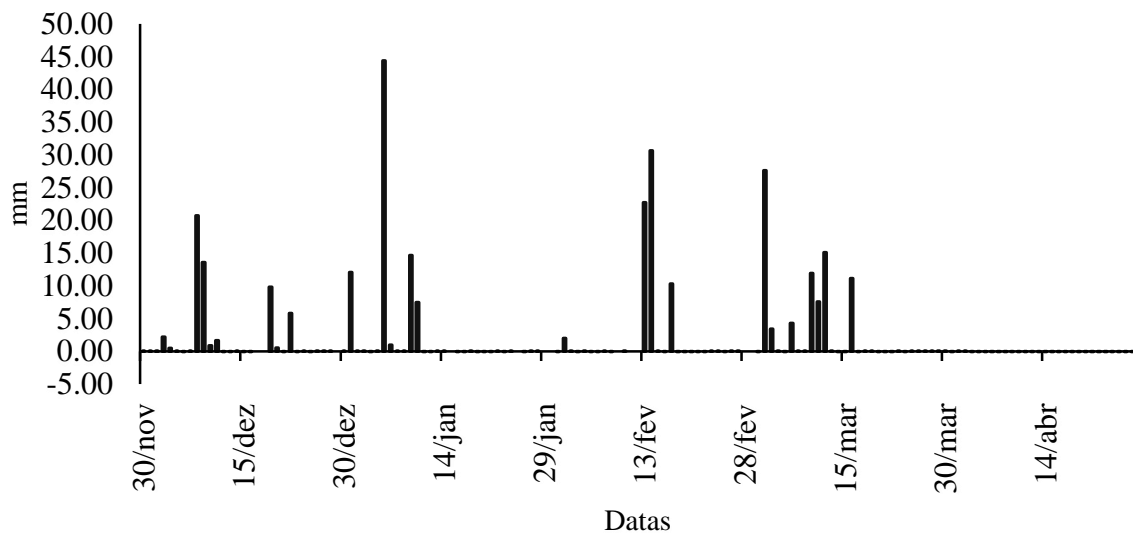
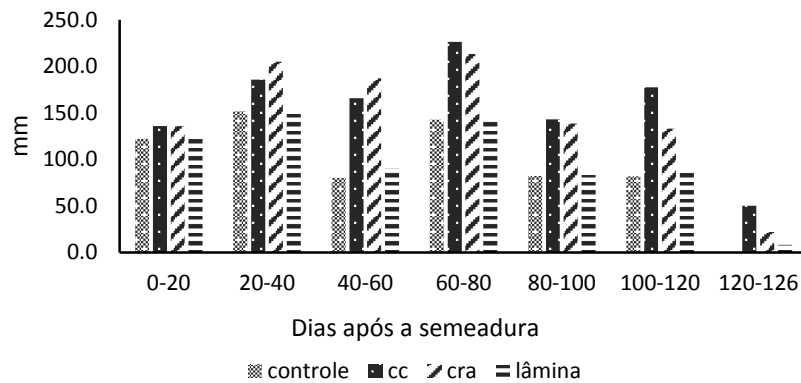


Figura 3 – Saldo hídrico diário, no período de 29 de novembro de 2016 até 14 de abril de 2017.

236
237 Por apresentar altas precipitações, o final do ano de 2016 e início de 2017 ano pode ser
238 dito como normal para o município de Erechim, RS. Entretanto, vale ressaltar que as chuvas
239 apresentaram alto volume e foram bem distribuídas, visto que, segundo a Secretária da
240 Agricultura Pesca e Pecuária (SEAPA, 2014) em cada 10 anos 7 apresentam déficit hídrico na
241 região Sul, mesmo em regiões com altas precipitações, por não apresentarem uma boa
242 distribuição das mesmas.

243 A partir da metodologia empregada, o momento e a quantidade de água a ser aplicada
244 em cada tratamento variou conforme a disponibilidade de água para as plantas. A Figura 4 traz
245 os valores médios da água aplicada (chuva + irrigação) em cada tratamento, somadas a cada 20
246 dias, desde a semeadura até a planta atingir a maturidade fisiológica.



247

248 Figura 4 – Total de água aplicado (chuva + irrigação) em cada tratamento, em períodos de 20
 249 dias ao longo do ciclo da cultura do milho.

250

251 Observa-se na Figura 4, que o momento em que mais se utilizou a irrigação foi no
 252 período de 40 a 60 dias após a semeadura, isso pode ser justificado devido a quantidade de
 253 precipitação ter ficado menor que nos outros momentos, porém, como foi observado na Figura
 254 3, não houve déficit hídrico, não havendo possíveis prejuízos para as plantas que não obtiveram
 255 irrigação.

256 Na Tabela 2 são apresentadas as quantidades totais de irrigação que cada tratamento
 257 recebeu, somados a precipitação no período.

258 Os tratamentos 100% CC e 55% CRA diferiram estaticamente dos tratamentos lâmina
 259 e controle na quantidade de água recebida. Isso por que, a metodologia empregada para o
 260 tratamento Lâmina leva em consideração vários fatores, e um deles é a precipitação, uma vez
 261 que ocorreram altas precipitações e estas foram muito bem distribuídas ao longo do período do
 262 cultivo, quase não foi necessário aplicar a irrigação para este tratamento.

263 Já os tratamentos 100% CC e 55% CRA levam em consideração apenas a umidade
 264 instantânea do solo, logo embora as precipitações foram altas e bem distribuídas, diversas vezes
 265 a umidade lida estava abaixo da indicada para ambos os tratamentos, assim a irrigação era feita.
 266 Entretanto, logo após ocorriam precipitações, justificando a alta quantidade de água para estes

267 tratamentos. Esse fato também ocorreu no trabalho de Serpa e seus colaboradores (2012), que
268 devido a altas precipitações ocorridas, os tratamentos irrigados obtiveram uma quantidade de
269 água bem acima da média.

270

271 Tabela 2. Quantidade de água recebida (chuva + irrigação) pela cultura do milho durante o ciclo
272 de desenvolvimento, nos sistemas de ajuste da lâmina de irrigação. Erechim, 2017.

Tratamento	Água (mm)*
100% CC	1083,69 ^a
55% CRA	1023,44 ^a
Lâmina	744,95 ^b
Controle	721,80 ^b
CV (%)	20,07

273 *Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey
274 ($P \leq 0,05$).

275

276 Na Tabela 3 são apresentadas as médias correspondentes aos componentes de
277 rendimento da cultura do milho. Para nenhuma das variáveis houve diferença significativa ($P \leq$
278 0,05%), porém para biomassa, fileira por espiga, grãos por fileira e número de grão por espiga,
279 o tratamento 100% CC teve uma tendência de maiores médias. Os resultados não significativos
280 podem ser explicados devido a não ter ocorrido em nenhum momento déficit hídrico,
281 consequência da alta precipitação registrada e sua distribuição favorável ao longo do ciclo da
282 cultura.

283 De acordo com Magalhães e Durães (2006), a formação de folhas, espigas por planta e
284 número de fileiras por espigas se dão no período vegetativo, mais precisamente entre os estágios

285 V3 e V8, e durante este estágio tanto a falta como o excesso de umidade podem vir a causar
 286 danos a cultura. Tendo em vista que neste período a cultura não sofreu com déficit hídrico,
 287 justifica-se o fato de não ter ocorrido diferença significativa para produção de biomassa e
 288 número de fileira por espiga.

289

290 Tabela 3 – Biomassa vegetal e componentes de rendimento da cultura do milho, nos sistemas
 291 de ajuste da lâmina de irrigação. Erechim, 2017.

Tratamento	Biomassa (kg ha ⁻¹)	Fileiras por espiga	Grãos por fileiras	Grãos por espiga	Peso de mil grãos (g)
Controle	19217,38 ^{ns}	15,75 ^{ns}	27,85 ^{ns}	438,75 ^{ns}	292,52 ^{ns}
Lâmina	20819,80	16,30	28,55	471,10	287,75
55% CRA	23994,33	15,90	31,05	498,80	275,12
100% CC	24974,55	16,40	31,35	515,20	277,27
CV (%)	17,42	4,27	10,67	12,52	4,47

292 ns: não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

293

294 O número de grãos por espiga é definido em V17 para a maioria das cultivares,
 295 entretanto é em R1 que se tem a determinação do real número de óvulos que serão realmente
 296 fertilizados (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 1993). Para tanto, no presente trabalho, o estágio
 297 R1 ocorreu aproximadamente entre os dias 31 de janeiro a 5 de fevereiro. Logo, ao analisar a
 298 Figura 3 percebe-se que saldo hídrico neste momento ficou próximo ao limite zero, porém
 299 nunca abaixo deste, o que justifica não significância desta variável.

300 De acordo com os dados obtidos por Bergamaschi et al. (2004), ao testarem diferentes
 301 lâminas de irrigação (0; 40; 60; 80 e 100%CC) para a cultura do milho, que passou por um
 302 déficit hídrico aos 60 dias após o plantio, encontraram resultados satisfatórios para a variável

303 número de grãos por espiga, sendo que a melhor média ocorreu quando a irrigação foi feita a
304 partir do tratamento de 100% CC.

305 Os resultados encontrados neste trabalho (Tabela 3) condizem com os resultados
306 encontrados por Parizi (2007), que ao testar diferentes lâminas de irrigação para a cultura do
307 milho não obteve resultados significativos, visto que no período do experimento ocorreram
308 chuvas acima da média e bem distribuídas.

309 Serpa et al. (2012) relataram que a possível perda de nitrogênio do solo por excesso de
310 irrigação também pode colaborar para a redução no peso dos grãos, uma vez que o nitrogênio
311 é o nutriente que mais limita a produtividade da cultura do milho. Visto que os tratamentos
312 CRA 55% e 100% CC, tiveram uma alta quantidade de água aplicada, isso provavelmente
313 justifique a tendência desses tratamentos apresentarem menor peso de grãos.

314 Vários trabalhos têm sido realizados para analisar os efeitos do déficit hídrico na cultura
315 do milho, entretanto os resultados experimentais variam em relação a ocorrência, duração e
316 intensidade deste (MATZAUNER et al., 1995).

317 Serpa e seus colaboradores (2012) encontraram valores distintos quando avaliaram o
318 milho sob diferentes métodos de irrigação nos anos 2008/09 e 2009/10, sendo que para o ano
319 2009 em que ocorreram precipitações abaixo da média, o uso da irrigação obteve resultados
320 satisfatórios para a maioria dos componentes analisados, porém no ano seguinte em que
321 ocorreram chuvas acima do normal, o uso da irrigação durante todo o ciclo da cultura não obteve
322 diferença significativa, corroborando com os resultados deste trabalho.

323 Na Tabela 5 são apresentados os resultados para produtividade final e eficiência no uso
324 da água. Não houve diferença estatística para ambas variáveis. Isso pode se justificar por terem
325 ocorrido chuvas dentro da média e bem distribuídas, não havendo déficit hídrico em nenhum
326 momento do ciclo de cultivo.

327 Tabela 5. Produtividade (kg ha⁻¹) e eficiência do uso da água (L kg⁻¹) para a cultura do milho,
328 nos sistemas de ajuste da lâmina de irrigação. Erechim, 2017.

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Eficiência do uso da água (L kg ⁻¹)
Controle	9231,81 ^{ns*}	796,13 ^{ns}
Lâmina	9615,58	812,85
55% CRA	10670,24	975,25
100%CC	10700,26	1022,55
CV (%)	16,50	20,39

329 *não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).
330

331 Segundo Parizzi (2007) o manejo da irrigação envolve a decisão do quanto de água
332 aplicar e quando irrigar. Visto que, se não houver uma relação entre essas duas variáveis, estará
333 acontecendo o uso ineficiente da água, seja pela aplicação em excesso ou inferiores as
334 necessidades hídricas da planta.

335 Na Tabela 6 são apresentadas as médias dos valores encontrados nas análises
336 bromatológicas do grão, em que foram avaliados matéria seca, matéria mineral, proteína bruta,
337 e extrato etéreo.

338 Pesquisas relacionadas à composição química de grãos de milho revelaram que
339 aproximadamente 76,5 % da massa seca é composta por amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibras,
340 aproximadamente 4% de lipídeos e aproximadamente 1% de matéria mineral (PIOVESAN, et
341 al., 2011; ROSSI, 2014).

342 Não houve diferença estatística entre os tratamentos para os componentes matéria seca,
343 matéria mineral e extrato etéreo. Portanto em anos com precipitações normais e bem
344 distribuídas, a irrigação não interfere para com essas variáveis.

345 Tabela 6: Matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE)
 346 dos grãos de milho, nos sistemas de ajuste da lâmina de irrigação. Erechim, 2017.

Tratamentos	MS (%)	MM (%)	PB* (%)	EE (%)
Controle	84.31 ^{ns}	1,55 ^{ns}	10,04 ^a	5,80 ^{ns}
Lâmina	84,53	1,43	10,35 ^a	4,87
CRA 55%	84,41	1,59	8,53 ^b	5,12
100% CC	84,22	1,54	8,37 ^b	5,32
CV%	0,84	9,59	4,82	14,63

347 ns: não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

348 *Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

349

350 Os teores de proteína bruta nos grãos foram significativamente modificados quando as
 351 plantas foram submetidas aos tratamentos CRA 55% e 100%CC (Tabela 6). Isso pode ser
 352 justificado pela alta quantidade de água aplicada nesses dois tratamentos, podendo ter ocorrido
 353 lixiviação de nutrientes como o nitrogênio, que segundo Kerbauy (2006) faz parte da estrutura
 354 das proteínas.

355 Para as plantas anuais ao iniciar o ciclo reprodutivo, ocorre uma grande remobilização
 356 dos nutrientes das folhas para os frutos. Nesse caso, as folhas mais velhas e, em algumas
 357 espécies, os caules e raízes passam a ser fontes, fornecendo açúcares, aminoácidos e minerais
 358 para a biossíntese de compostos de reserva nas sementes (TAIZ E ZEIGER 2006).

359 Segundo Kerbauy (2006), em culturas de cereais, é comum o nitrogênio do solo estar
 360 em baixa concentração após o florescimento (antese), assim no processo de remobilização
 361 durante o período de enchimento dos grãos, o nitrogênio é translocado gradualmente dos órgãos
 362 vegetativos para os grãos. Ainda, segundo o mesmo autor, os grãos requerem grande

363 quantidade de nitrogênio para atender à demanda de proteína que ocorre durante o seu
364 desenvolvimento. Serpa et al., (2012) constataram possível perda de nitrogênio pelo excesso de
365 água disponível durante todo o ciclo. Neste trabalho, conforme visualizado na Tabela 2, foram
366 registrados 1083 e 1023 mm de água disponibilizada nos tratamentos 100% CC e CRA 55%
367 respectivamente, podendo-se afirmar que a quantidade de água recebida pela cultura foi bem
368 acima da necessidade hídrica da mesma, que é de 400-800 mm (MELLO; SILVA, 2012),
369 corroborando com os resultados do autor supracitado. Já para os tratamentos chuva e lâmina a
370 quantidade de água recebida pelas plantas foi de 721 e 745 mm, ficando dentro dos padrões
371 requeridos pela cultura.

372 Desta forma, provavelmente os menores de proteínas observados nos tratamentos que
373 tiveram maior quantidade de água aplicada (CRA 55% e 100%CC) pode ter relação com a
374 lixiviação de nitrogênio durante o período em que a cultura se encontrava no estágio vegetativo.
375 Sendo assim, possivelmente houve menor absorção desse em relação as plantas dos outros
376 tratamentos, tendo como consequência menor aporte de nitrogênio no momento do enchimento
377 de grãos.

378

379

5. CONCLUSÃO

380 Em anos que registram precipitações pluviométricas com grande volume e bem
381 distribuídas ao longo dos dias, o uso da irrigação independente da forma de se manejar não
382 trouxe benefícios para produtividade e seus componentes. Ainda, o manejo da irrigação
383 utilizando apenas a umidade do solo instantânea como indicador não se mostrou adequada, uma
384 vez que se aumenta o risco da aplicação de volume de água superior ao exigido pela cultura.
385 Por outro lado, o uso da planilha lâmina possibilitou melhor ajuste do volume de água aplicado

386 permitindo racionalizar o uso desta, mantendo a produtividade semelhante e ainda apresentando
387 elevação no teor de proteína bruta no grão, comparado aos demais sistemas irrigados.

388

389

6. REFERENCIAS

390

391 ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES,D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: guidelines
392 for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and
393 drainage paper, 56).

394

395

396 BERGAMASCHI, H. et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de
397 grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p.831-839, set. 2004

398

399

400 BERNARDO, S. **Irrigação e Produtividade**. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola,
401 27. Poços de Caldas, MG: Lavras: UFLA. 2005. p. 117-132.

402

403

404 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de**
405 **sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

406

407

408 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da**
409 **safrã brasileira de grãos**. Brasília, v.3, n.4, jan, 2016. Disponível em: <

410 http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf>. Acesso em: 24 de set. 2016.

412

413

414 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da**
415 **safrã brasileira de grãos**. Brasília, v.4, n.8, jan, 2017. Disponível em: <

416 http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_12_10_37_57_boletim_graos_mai_2017.pdf>. Acesso em: 02 de fev. 2017

418

419

420 CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLGIA - CIB. **Guia do tecnologia de**
421 **campo à mesa**. 2006. Disponível em: < http://www.cib.org.br/pdf/guia_do_milho_CIB.pdf>.

422

423

424

425 DUARTE, J. de O.; GARCIA, J. C.; MIRANDA, R. A. de. Cultivo do milho: Mercado e
426 comercialização. **Embrapa Milho e Sorgo** – Sistema de produção, Sete Alagoas – MG, 7 ed.,
427 2011. Disponível em:

428 <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/mercado.htm>. Acesso em: 24 de
429 set 2016.

430
431
432 EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de**
433 **solos**. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.
434
435
436 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro
437 Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de
438 Janeiro, 2006. 306p.
439
440 FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP. Safra mundial
441 do trigo 2016/ 17 – 1º Levantamento do USDA. Informativo DEAGRO, São
442 Paulo, 2016. Disponível em: <[http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-](http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/boletim_milho_mai2016/)
443 [mundial-de-milho-2/attachment/boletim_milho_mai2016/](http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/boletim_milho_mai2016/)>. Acesso em: 06 de set 2016.
444
445
446 GOMIDE, R. L. Monitoramento para manejo da irrigação: instrumentação, automação e
447 métodos. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27. Poços de Caldas. **Anais do**
448 **Congresso Brasileiro de Engenharia**. Agrícola Lavras: Sociedade Brasileira de Engenharia
449 Agrícola. 1998. p. 133-238.
450
451
452 HENCKEL, P. A. Physiology of plants under drought. **Annual Review of Plant Physiology**,
453 Moscow, v. 15, n. 1, p. 363-386, 1964.
454
455
456 KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter & Co, 1931. 388 p.
457
458
459 KERBAUY, G B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.a, 2006.
460 MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção do milho**. Sete Lagoas,
461 Mg: Embrapa, 2006. 10 p.
462
463
464 MATZENAUER, R et al. RELAÇÕES ENTRE RENDIMENTO DE MILHO E VARIÁVEIS
465 HÍDRICAS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p.85-92, jul.
466 1995.
467
468
469 MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, R. D. **Atlas Climático**: Rio Grande do Sul.
470 Porto Alegre: FEPAGRO, 2011. 185 p.
471
472
473 MELLO, J. L. P.; SILVA, L. D. B. **Irrigação**. Rio de Janeiro: UFFRJ, 2009. 190 p.
474
475

476 MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Milho.**
477 Brasília, 2012. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>>.
478 Acesso em: 24 de set 2016.
479
480
481 MOREIRA, J. A. A.; CARDOSO, A.F.; COSTA, L.L.; RODRIGUES, M.S.; PEIXOTO, N.;
482 BRAZ, L. T. Manejo da irrigação para otimização da produtividade e qualidade de frutos de
483 tomateiro em sistema de plantio direto. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 408-417, 2012.
484
485
486 PARIZI, A.R.C. **Efeitos de diferentes estratégias da irrigação sob as culturas de feijão**
487 **(*phaseolos vulgaris*) e milho (*zea mays*), na região de Santiago, RS.** 2007. 124 f.
488 Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa
489 Maria, Santa Maria, RS, 2007.
490
491
492 PIOVESAN, V.; OLIVEIRA, V.; GEWEHR, C.E. Milhos com diferentes texturas de
493 endosperma e adição de alfa-amilase na dieta de leitões. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41,
494 n.11, p.2014-2019, 2011.
495
496
497 SECRETARIA DA AGRICULTURA, PESCA, PECUARIA E AGRONEGÓCIO. (SEAPA).
498 **Mais água, Mais Renda.** Disponível em:
499 <http://www.agricultura.rs.gov.br/conteudo/1032/?Mais_%C3%81agua%2C_Mais_Renda>
500 Acesso em 09 de out de 2017.
501
502
503 SERPA, M.S., et al. Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno
504 em ambientes irrigados e de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 7, n. 4,
505 p.541-549, 2012.
506
507
508 SILVA, A. S. et al. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o
509 rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 928-
510 935, jul-ago 2007. ISSN 0103-8478.
511
512 SILVA, Dirceu. Jorge.; QUEIROZ, Augusto. Cesar. **Análise de alimentos – Métodos**
513 **químicos e biológicos.** 3. ed. Viçosa: Ufv, 2002. 235 p.
514
515
516 SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO (SBCS). **Manual de adubação e**
517 **calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 10. ed. Porto Alegre:
518 2004.
519
520
521 SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. **Irrigação do feijoeiro por aspersão.** Informe
522 Agropecuário, Belo Horizonte, v. v.17, n. n.178, p. p.28-34, 1994.
523

- 524
525 RICHARDS, L. A.; FIREMAN, M. Pressure - plate apparatus for measuring moisture sorptivity
526 and transmission by soils. **Soil Science**, v. 56, p. 395-404, 1943.
527
528
529 RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. **Special**
530 **Bulletin**, Iowa, n. 48. 1993.
531
532
533 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 5. ed. Sunderland: Sinauer Associates Inc.
534 Publishers, 2010. 782 p.
535
536
537 VAN GENUCHTEN, M. T. A close form equation for predicting the hydraulic conductivity
538 of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898,
539 1980.

ANEXO 1. NORMAS DA REVISTA



DIRETRIZES PARA AUTORES

NORMAS PARA SUBMISSÃO

Os trabalhos deverão ser enviados através do sistema online, sem o nome dos autores no corpo do artigo.

- Fonte: "Times New Roman", tamanho 12;
- Espaço duplo e linhas numeradas continuamente;
- Títulos em negrito, centralizados, numerados e em caixa alta, "Times New Roman", tamanho 12;
- Margens: superior, inferior e esquerdo: 3cm e direito: 2cm;
- Gráficos e figuras com resolução mínima de 300 dpi. Recomenda-se o uso de cores para facilitar a compreensão das informações expressas nas figuras e gráficos. O título das figuras deve encontrar-se acima da figura e ser seguido de ponto (Figura 1.); o título da tabela deve estar acima da mesma e ser seguida de ponto (Tabela 1.)
- Parágrafos: 1,25cm (Tabulação)
- Referências e citações de acordo com as normas da ABNT