

## EFEITO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR SOBRE A PRODUÇÃO DE GRÃOS E SEUS COMPONENTES NA CULTURA DO MILHO

Ana Rita Costenaro Parizi<sup>1</sup>; Adroaldo Dias Robaina<sup>2</sup>; Ana Carla dos Santos Gomes<sup>1</sup>; Fátima Cibele Soares<sup>1</sup>; Cleiton José Ramão<sup>3</sup>; Marcia Xavier Peiter<sup>2</sup>; Leonardo Calegari<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, [anaparizi@gmail.com](mailto:anaparizi@gmail.com)

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

<sup>3</sup>Universidade Federal do Pampa, Itaqui, RS

<sup>4</sup>Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Santiago, Santiago, RS

### 1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de quatro estratégias de irrigação sobre a produção de grãos e componentes da cultura do milho na região de Santiago, RS. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, tendo cinco tratamentos e quatro repetições que constituíram de diferentes estratégias de irrigação 60%, 80%, 100%, 120% da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), e uma testemunha 0% da ET<sub>o</sub>. No final do ciclo da cultura realizaram-se as determinações dos componentes de produção de grãos e da matéria seca total. O número de espigas.planta<sup>-1</sup> apresentou média de 1,0, o número de grãos.espiga<sup>-1</sup> 375,04 e a massa média do grão 0,30 g. A massa seca dos grãos.planta<sup>-1</sup>, massa seca das folhas.planta<sup>-1</sup>, massa seca do sabugo.planta<sup>-1</sup> e massa seca total apresentaram valores máximos para o tratamento de 100% da ET<sub>o</sub>. A maior produção de grãos verificada e maior eficiência de uso da água foram obtidas no tratamento de 100% da ET<sub>o</sub>, sendo que a menor produção ocorreu no tratamento de 0% da ET<sub>o</sub>. O uso da irrigação suplementar na cultura do milho aumentou a produtividade de grãos para as condições, características do período e fatores considerados.

**UNITERMOS:** *Zea mays* L., manejo de irrigação, produção de grãos

**PARIZI, A. R. C.; ROBAINA, A. D.; GOMES, A. C. dos S.; SOARES, F.C.; RAMÃO, C. J.; PEITER, M. X.; CALEGARO, L. EFFECT OF DIFFERENT SUPPLEMENTAL IRRIGATION STRATEGIES ON GRAIN PRODUCTION AND THEIR COMPONENTS IN CORN CULTURE**

### 2 ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effects of four irrigation application strategies on grain production and their components in corn culture in Santiago, RS. The experimental design was entirely randomized with five replications and four treatments that consisted of different strategies of irrigation 60%, 80%, 100%, 120% of the reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>), and control 0% of ET<sub>o</sub>. At the end of culture cycle grain production components and total dry matter were determined. The number of corn ear.plant<sup>-1</sup> presented average of 1.0; the number

of grains.corn ear<sup>-1</sup> was 375.04 and the medium mass of grain 0.30g. The dry mass of grains.plant<sup>-1</sup>, dry mass of leaves.plant<sup>-1</sup>, dry mass corn cobs.plant<sup>-1</sup> and its total dry mass presented maximum values for treatment 100% of Eto. The largest production of grains verified and larger efficiency of water use was obtained in treatment 100% of Eto, and the smallest production occurs in treatment of 0% of Eto. The use of supplemental irrigation in corn culture increased the productivity of grains for conditions, period characteristics and considered factors.

**KEYWORDS:** *Zea mays* L., irrigation management, grain production

### 3 INTRODUÇÃO

A cultura do milho é cultivada em todos os estados do Brasil e em grande parte das propriedades agrícolas, tanto na agricultura familiar, quanto na de exportação e está presente em todas as cadeias de produção animal. É uma cultura de grande e diversificada utilização na sociedade e um dos produtos agrícolas de mais ampla distribuição mundial, tanto na produção, quanto no consumo. Devido à importância da cultura do milho no Brasil, várias pesquisas são realizadas para exploração do seu potencial produtivo.

A produção de grãos da cultura do milho é função direta de uma série de caracteres que são denominados de componentes de produção. Estes componentes podem ser designados como, a prolificidade ou número de espigas por planta, peso médio do grão, número de fileiras de grãos na espiga e número de grãos por fileira, comprimento e diâmetro da espiga e profundidade do grão, que se refere à diferença entre os valores dos diâmetros de espiga e de sabugo (Bento, 2006).

Nos últimos anos vêm ocorrendo nas regiões produtoras de milho do país, oscilações nas safras. Para Bergamaschi et al. (2006) estas oscilações estão associadas à disponibilidade de água, sobretudo no período crítico da cultura, que vai do pendoamento ao início do enchimento de grãos. A maior parte do estado do Rio Grande do Sul apresenta fortes restrições ao cultivo do milho em decorrência do déficit hídrico, que abrange toda a metade sul e o extremo oeste do Estado.

Bergamaschi et al. (2004) constataram que pode haver redução de rendimento mesmo em anos climaticamente favoráveis, se o déficit hídrico ocorrer no período crítico. Este autor ainda destaca que, durante o período vegetativo, o déficit hídrico reduz o crescimento do milho em função de decréscimos da área foliar e da biomassa. Porém, nesse período não estão sendo formados os componentes do rendimento. Assim, os efeitos sobre a produção de grãos são atenuados posteriormente, se as condições hídricas se tornarem favoráveis, o que poderá garantir níveis satisfatórios de rendimento de grãos.

Segundo Fancelli (2001), a cultura do milho exige entre 400 e 600 mm de precipitação pluvial para que possa manifestar seu potencial produtivo. Salientando que, a distribuição desta deve ser uniforme durante todo o ciclo da cultura e que necessita de um uso consuntivo, entre 4 a 6 mm.dia<sup>-1</sup>.

No estado do Rio Grande do Sul, RS, a precipitação pluviométrica é variável, em algumas regiões é bem distribuída durante todas as estações do ano, já em outras regiões torna-se insuficiente para atender a demanda evaporativa das culturas. Berlato (1992) afirma que, embora a precipitação pluvial seja bem distribuída em todas as estações do ano (primavera 26%, verão 24%, outono 25% e inverno 25%), a variabilidade inter-anual desse elemento

meteorológico é o principal fator limitante às culturas de primavera-verão, responsável pelas oscilações da produção agrícola. Desta forma justifica-se a utilização da técnica da irrigação.

Araújo et al. (1999) estudaram o efeito de lâminas de irrigação sobre os componentes de crescimento, produção e o rendimento da cultura do milho, na região de Boa Vista, RR. Iniciaram as irrigações aos 30 dias após a emergência, onde constou em elevar o conteúdo de água no solo da umidade crítica até a capacidade de campo, denominado de tratamento L100. Nos demais tratamentos, L75, L50 e L25, foram aplicadas lâminas equivalentes a 75%, 50% e 25% do tratamento L100, respectivamente. Os tratamentos L100, L75, L50 e L25 receberam lâminas totais de 519,8mm, 464,8mm, 409,8mm e 354,8mm, respectivamente. Os autores concluíram que as lâminas de irrigação influenciaram de forma diferenciada os parâmetros avaliados, sendo que o maior rendimento foi obtido com cerca de 520mm de lâmina de água.

O município de Santiago, RS, apresenta uma quantidade precipitada de chuvas relativamente alta durante o ano. Gomes (2004) analisando uma série histórica de 21 anos de dados (1977 a 1998) observou uma média de 1.919 mm.ano<sup>-1</sup>. Estudando as necessidades mensais de água da cultura da soja, para o período de safra (outubro a maio), encontrou a menor média mensal observada no mês de dezembro (109,45 mm). Porém, o problema está na sua distribuição, geralmente irregular durante os meses de desenvolvimento das principais culturas de primavera-verão cultivadas na região de Santiago, RS. A autora destaca que para o mês de dezembro, por exemplo, observa-se uma variabilidade de 34 a 185 mm, dependendo do ano estudado. Já o mês de abril, apresenta uma média mensal de 195 mm, podendo ocorrer chuvas de 52 mm em alguns anos até chuvas de 338 mm em outros.

Nota-se, portanto, que nestes períodos é necessário a utilização de irrigação suplementar. A técnica visa contornar o problema hídrico, principalmente no período crítico da cultura, assegurando o aumento da produtividade, tanto em quantidade como em qualidade dos produtos.

A região de Santiago, RS, caracteriza-se por possuir a agricultura como uma de suas principais fontes de renda, dificuldades nesta atividade têm sido especialmente visíveis nas últimas safras (2003/2004 e 2004/2005) quando as perdas por falta de água provocaram quedas de produção (mais de 60% em média). Neste sentido, destaca-se a necessidade deste trabalho, que teve por objetivo avaliar os efeitos da aplicação de quatro estratégias de irrigação suplementar sobre a produção de grãos e seus componentes, para a cultura do milho na região de Santiago, RS.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área do município de Santiago, estado do Rio Grande do Sul. O campo experimental localiza-se junto a Fazenda Liberdade, 4º distrito Tupantuba.

O município de Santiago apresenta coordenadas geográficas 29°09'50" de latitude sul e 54°51'32" de longitude oeste. O local se encontra a 439 m acima do nível do mar, apresentando clima predominante subtropical úmido, com temperaturas variando entre 13 e 21°C, com média de 17,9°C, ventos predominantes na direção leste com velocidades médias entre 25 e 30 km.h<sup>-1</sup> e precipitação pluviométrica de 1.919 mm.ano<sup>-1</sup>. Os meses de agosto e dezembro destacam-se com menores médias pluviométricas, apresentando valores médios 91,35mm e 109,45 mm, respectivamente (Gomes, 2004).

O solo utilizado para a pesquisa é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico, unidade de mapeamento Cruz Alta (EMBRAPA, 2005).

As características físicas do solo são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Características físicas do solo Latossolo Vermelho Distrófico Típico, unidade de mapeamento Cruz Alta – Valores médios para três repetições.

Prof. (cm)	Granulometria (%)			
	Areia Grossa (2-0,2mm)	Areia Fina (0,2-0,05mm)	Silte (0,05-0,002mm)	Argila <0,002mm
<b>0 - 20</b>	32,37	17,43	25,63	24,60
<b>20 - 40</b>	29,47	16,30	24,47	29,77
<b>40 - 60</b>	27,90	12,47	21,57	34,77
<b>60 - 80</b>	24,70	13,27	22,27	39,77
<b>80 - 100</b>	18,37	13,10	20,10	48,40
<b>100 - 120</b>	19,40	12,13	19,83	48,60
<b>Média</b>	25,37	14,12	22,31	37,65
<b>Desvio Padrão</b>	5,61	2,20	2,34	9,80

**Tabela 2.** Características físicas do solo Latossolo Vermelho Distrófico Típico, unidade de mapeamento Cruz Alta – Valores médios para três repetições.

Prof.(cm)	Classe Textural	Densidade (g.cm <sup>-3</sup> )		
		Solo	Partícula	Porosidade
<b>0 - 20</b>	Franco Argilo Arenoso	1,55	2,60	40,44
<b>20 - 40</b>	Franco Argiloso	1,39	2,60	46,49
<b>40 - 60</b>	Franco Argiloso	1,34	2,63	48,96
<b>60 - 80</b>	Franco Argiloso	1,35	2,62	48,35
<b>80 - 100</b>	Argila	1,33	2,63	49,55
<b>Média</b>		1,39	2,62	46,76
<b>Desvio Padrão</b>		0,09	0,02	3,71

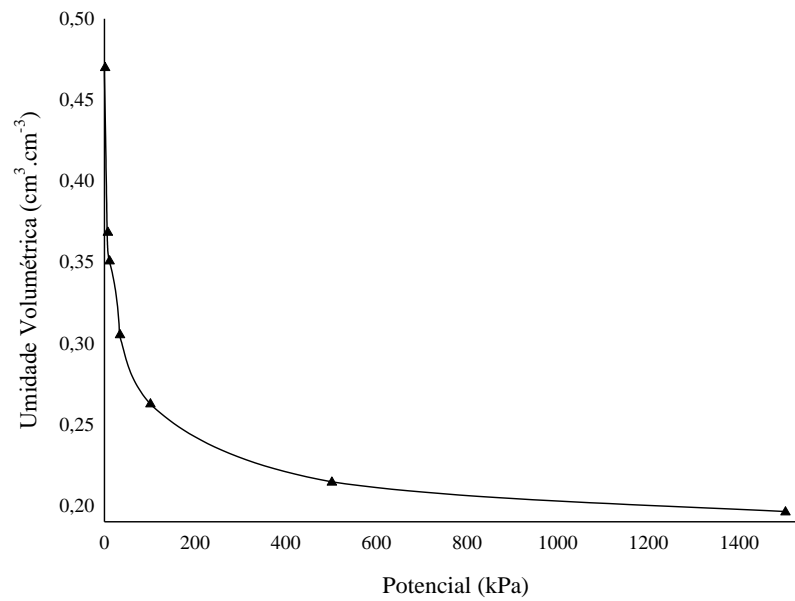
A Figura 1 apresenta a curva de retenção ajustada pelo Modelo de Van Genuchten (1980) dos valores médios de umidade do solo para cinco camadas de solo.

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2005/2006. Realizou-se a semeadura no dia 31 de outubro de 2005 em sistema de plantio direto, sob palhada de aveia. Antecedente a semeadura, a área foi preparada com a aplicação de herbicida em pré-plantio Glifosato na dosagem de 1.5 l.ha<sup>-1</sup>.

Utilizou-se a cultivar de milho AGN 2012, pertencente à Agromen Sementes, ciclo superprecoce. Procedeu-se a semeadura com uma semeadora para plantio direto, quatro linhas, com espaçamento de 0,45 m entre linhas, totalizando 6 plantas.metro linear<sup>-1</sup>.

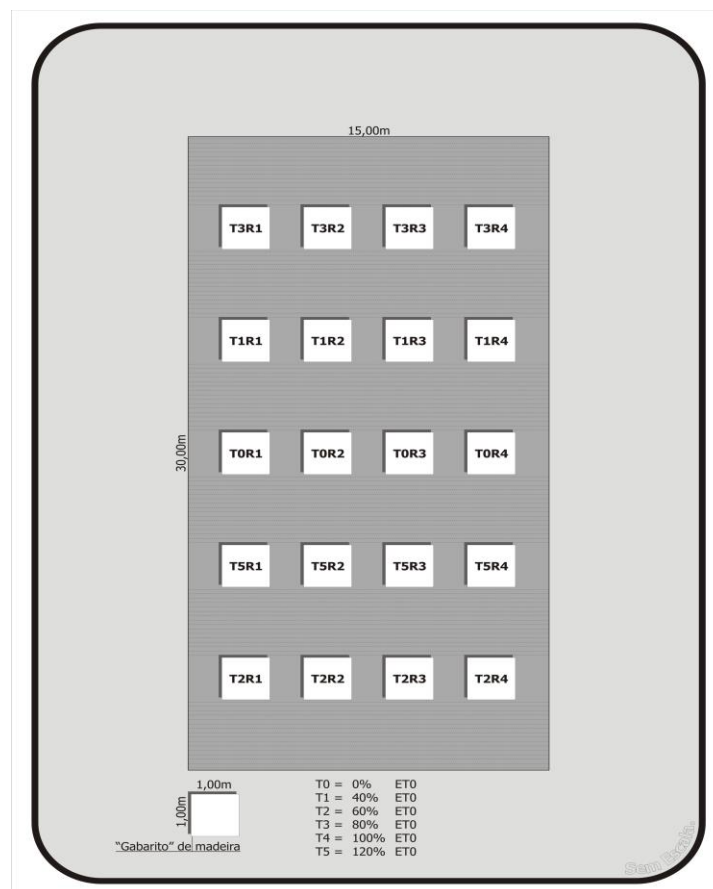
O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos (doses de irrigação) e quatro repetições.

A área utilizada para instalação do experimento foi de 70 x 15 m. Cada parcela experimental foi constituída por dezesseis linhas de semeadura com 12 m de comprimento espaçado de 0,45 m e com densidade de 6 plantas por metro linear. As repetições foram demarcadas por um “gabarito” de madeira, sendo considerada uma área útil de 1 m<sup>2</sup> em cada repetição, totalizando 4 m<sup>2</sup> em cada parcela experimental.



**Figura 01:** Curva de retenção dos valores dos valores médios de umidade do solo para cinco camadas de solo.

Na Figura 2 pode ser visualizada uma representação esquemática da área experimental.



**Figura 2.** Croqui da área experimental.

No momento da marcação das parcelas experimentais foi realizado um sorteio de localização das mesmas, para que essas fossem distribuídas de maneira aleatória.

Os tratamentos foram representados por quatro diferentes estratégias de irrigação, as quais constituíram de 60%, 80%, 100%, 120% do valor da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) medida em mini-tanque evaporimétrico de plástico (Costa, 2004) e uma testemunha, 0% da ET<sub>o</sub>. As irrigações eram aplicadas manualmente sobre as plantas localizadas no interior dos “gabaritos” com auxílio de balde graduado.

A utilização do mini-tanque deve-se ao fato de seu baixo custo e disponibilidade. Costa (2004) destaca o fator custo, a principal vantagem ao uso do mini-tanque comparado com o tanque classe “A”, o autor testou o mini-tanque em Santa Maria, RS, e concluiu que o mesmo foi capaz de estimar bem a evaporação do tanque classe “A”. Cita ainda, vários trabalhos de pesquisa onde foram testados tanques menores, como é o caso de Lopes Filho (2000) que testou quatro tipos de tanques. Os resultados de ET<sub>o</sub> demonstraram que o mini-tanque de plástico obteve o resultado mais semelhante ao tanque classe “A”, podendo ser substituído pelo mesmo.

Com base no exposto utilizou-se neste trabalho o manejo da irrigação através da ET<sub>o</sub> medida no mini-tanque evaporimétrico de plástico, baseado no turno de irrigação prefixado. As irrigações foram efetuadas com intervalo de sete dias, quando não ocorria precipitação pluviométrica. Os valores de evaporação do mini-tanque eram somados no período e aplicados na seguinte expressão:

$$ET_o = K_p \cdot Etca \dots\dots\dots [1]$$

Em que: K<sub>p</sub> é o coeficiente do tanque e Etca é a evaporação do tanque.

No final do ciclo da cultura realizaram-se as determinações dos componentes de produção de grãos e matéria seca total. As plantas de cada tratamento foram cortadas ao nível do solo e separadas em colmo, folhas e espiga. A seguir, foram colocadas em envelopes de papel identificadas e secadas em estufa a 60°C até o peso constante (5 dias) para determinação da massa seca em estufa.

Após a retirada das plantas da estufa, determinou-se o peso da matéria seca do colmo, folhas, palha, pendão, grãos e sabugo, assim como o número de grãos por espiga. Foi determinado também o número de plantas.m<sup>-2</sup> e o número de espigas.planta<sup>-1</sup>.

Realizou-se a estimativa da produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) com os componentes de produção, da seguinte forma:

$$Pr odução = 10 \cdot \frac{n^o \text{ plantas}}{m^2} \cdot \frac{n^o \text{ espigas}}{\text{planta}} \cdot \frac{n^o \text{ grãos}}{\text{espiga}} \cdot \text{massa seca média do grão (g)} \cdot 1,13^* \dots\dots\dots [2]$$

\*Correção da umidade para 13% (umidade de armazenamento do grão de milho)

Com os valores de massa seca total e massa seca dos grãos, obteve-se o índice de colheita, o qual refere-se à fração de massa seca do órgão de interesse (neste caso os grãos) colhido em relação a massa seca total, a qual é obtida em relação aos dados experimentais. Obteve-se também a eficiência de uso da água (EUA), através dos valores de massa seca total (kg.ha<sup>-1</sup>) em relação ao total de água aplicado (mm).

Para realização da análise estatística, os dados foram submetidos ao pacote estatístico SASM – Agri (2002), obtendo-se a análise da variância e usando-se o Teste F ao nível de 5%

de probabilidade de erro para interpretação do nível de significância. As médias foram comparadas entre si pelo Teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta o número de irrigações, lâmina média aplicada.irrigação<sup>-1</sup> (mm), irrigação total (mm), precipitação pluvial (mm) e total de água aplicado (irrigação e precipitação) (mm) ao longo do ciclo vital da cultura do milho para cinco tratamentos de irrigação.

**Tabela 3.** Valores de número de irrigações, lâmina média aplicada.irrigação<sup>-1</sup> (mm), irrigação total (mm), precipitação pluvial (mm) e total de água aplicado (irrigação e precipitação) (mm) ao longo do ciclo vital da cultura do milho para cinco tratamentos de irrigação.

Tratamento (% da Eto <sup>1</sup> )	Nº de irrigações	Lâmina média aplicada.irrigação <sup>-1</sup> (mm)	Irrigação total (mm)	Precipitação pluvial (mm)	Total de água aplicado (mm)
0%	0	0	0	599	599,0
60%	5	9,3	46,4	599	645,4
80%	5	11,0	55,2	599	654,2
100%	5	12,8	64,0	599	663,0
120%	5	14,6	73,0	599	672,0
<b>Média</b>	5	11,9	47,7	599	638,7

Eto<sup>1</sup> – evapotranspiração de referência

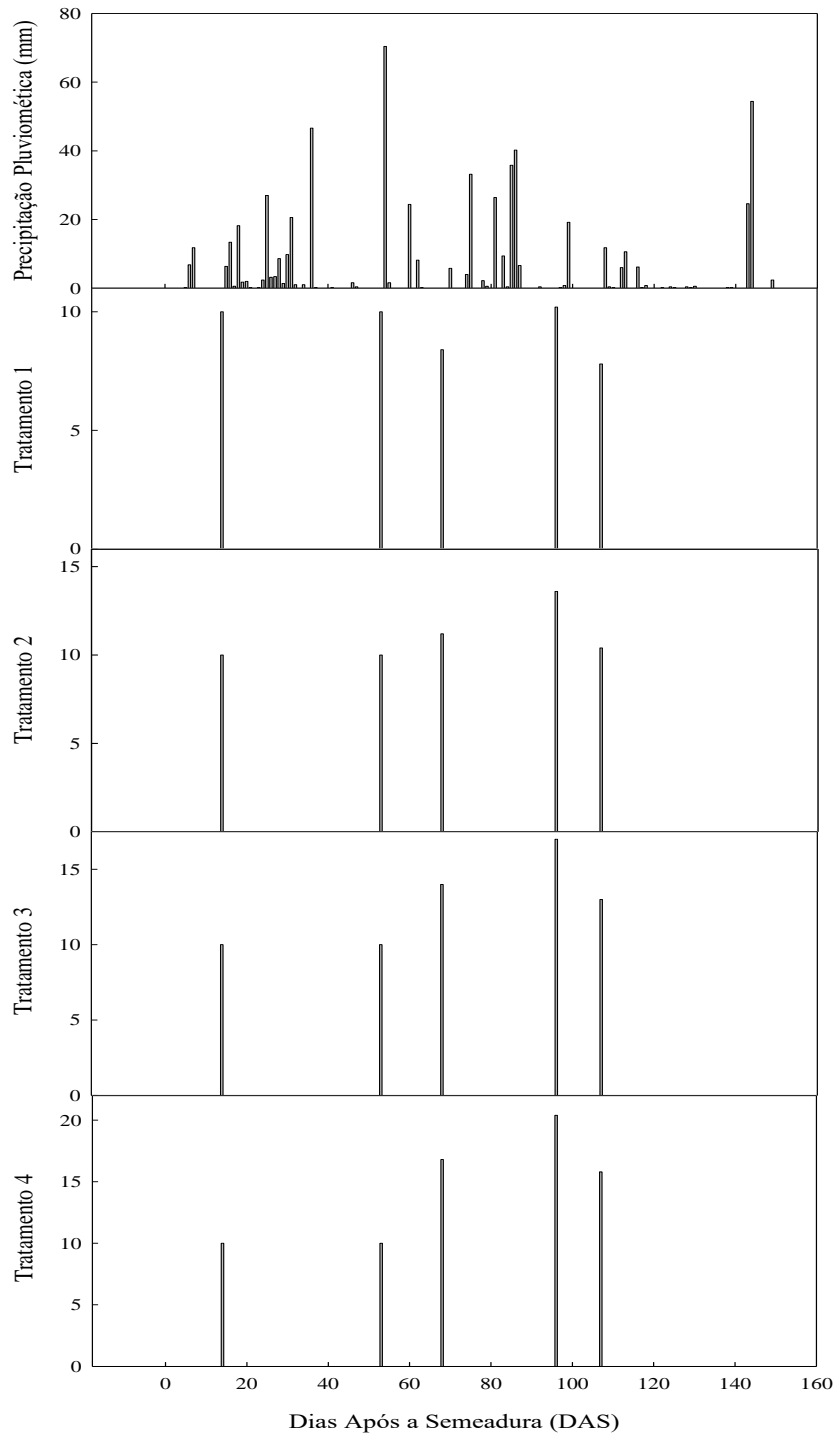
Foram realizadas cinco irrigações em cada tratamento, exceto no 0% da ETo. A lâmina média aplicada foi de 11,9 mm e a irrigação total média foi de 47,7 mm. A precipitação pluvial durante o ciclo vital da cultura do milho foi de 599 mm com um total de água aplicado médio, ou seja, irrigação e precipitação pluviométrica de 638,7 mm.

A precipitação total de 599 mm atenderia as necessidades hídricas da cultura, porém a distribuição das chuvas não ocorreu uniformemente, ocorrendo período de necessidade hídrica. A Figura 03 mostra a precipitação pluviométrica ocorrida durante o período de desenvolvimento do experimento e as irrigações efetuadas em cada tratamento.

Através da Figura 3 observa-se que a precipitação pluviométrica foi baixa ou inexistente nos seguintes períodos: 7 aos 14 DAS; 36 aos 53 DAS; 60 aos 72 DAS; 87 aos 96 DAS; 99 aos 106 DAS. Estes períodos corresponderam às seguintes fases de desenvolvimento: V2 à V3 (duas e três folhas totalmente desenvolvidas); V12 à VT (doze folhas totalmente desenvolvidas e pendoamento); R1 (embonecamento e polinização); R3 à R4 (grão leitoso e grão pastoso); R4 a R5 (grão pastoso e formação de dente).

Desta forma a utilização da irrigação suplementar serviu de suporte para evitar deficiências hídricas no período vegetativo e reprodutivo da cultura do milho, em fases de extrema necessidade.

Para Bergamaschi et al. (2004) durante o período vegetativo, o déficit hídrico reduz o crescimento do milho, em função de decréscimos da área foliar e da biomassa. Galbiatti et al. (2004) pesquisando o efeito de diferentes períodos de irrigação no desenvolvimento e qualidade de sementes na cultura do milho, em Jaboticabal, SP, encontraram menores produções quando a deficiência hídrica ocorreu no o período vegetativo.



**Figura 3.** Distribuição pluviométrica e irrigações efetuadas ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura do milho.

Para Magalhães et al. (2002) o efeito da falta de água, associado à produção de grãos, é particularmente importante em três estádios de desenvolvimento da planta: a) iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, quando o número potencial de grãos é determinado; b) período de fertilização, quando o potencial de produção é fixado; nessa fase, a presença da água também é importante para evitar a desidratação do grão de pólen e garantir o



desenvolvimento e a penetração do tubo polínico; c) enchimento de grãos, quando ocorre o aumento na deposição de matéria seca, o qual está intimamente relacionado à fotossíntese, desde que o estresse vai resultar na menor produção de carboidratos, o que implicaria menor volume de matéria seca nos grãos.

Portanto, a importância da água está relacionada também com a fotossíntese, uma vez que o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento das plantas implica menor disponibilidade de CO<sub>2</sub> para fotossíntese e limitação dos processos de alongação celular.

Segundo Albuquerque & Resende (2002), o estágio VT e R1 exige máxima exigência de água, por isso, déficits de água que ocorrem nesse período são os que provocam maiores reduções de produtividade. Estes autores afirmam que déficit anterior ao embonecamento reduz a produtividade em 20 a 30%; no embonecamento, em 40 a 50% e após, em 10 a 20%. Para Morizet & Togola (1984) quando a deficiência hídrica ocorrer neste período, a recuperação da capacidade produtiva da cultura não poderá ocorrer de forma satisfatória, uma vez que os eventos reprodutivos são muito mais rápidos do que os verificados durante o crescimento vegetativo.

**Tabela 5.** Valores médios de número de plantas.m<sup>-2</sup> (NPL), número espigas.planta<sup>-1</sup> (NE), número de grãos.espiga<sup>-1</sup> (NGE) e massa seca do grão (PMG) para a cultura do milho aos 144 DAE, nos cinco tratamentos.

Tratamento (% da Eto <sup>1</sup> )	NPL	NE	NGE	PMG (g)
0%	8,50 (a)*	1,00 (a)	340,60 (a)	0,28 (a)
60%	9,00 (a)	1,00 (a)	353,09 (a)	0,30 (a)
80%	9,00 (a)	1,00 (a)	393,35 (a)	0,31 (a)
100%	9,00 (a)	1,00 (a)	411,52 (a)	0,31 (a)
120%	8,50 (a)	1,00 (a)	376,65 (a)	0,30 (a)
Média	8,80	1,00	375,04	0,30
D.P. <sup>2</sup>	0,27	0,00	28,88	0,01
CV (%) <sup>3</sup>	5,86	0,00	17,04	7,27

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferenciam pelo teste de Tuckey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>1</sup>Eto – evapotranspiração de referência

<sup>2</sup>D.P. - Desvio Padrão

CV (%)<sup>3</sup> – coeficiente de variação

Através da Tabela 5, observa-se que não ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os parâmetros analisados.

O maior número de grãos.espiga<sup>-1</sup> foi obtido no tratamento de 100% da ETo com maior média de 411,52 grãos.espiga<sup>-1</sup> e o menor para o tratamento de 0% da ETo, com média de 340,60 grãos.espiga<sup>-1</sup>.

A massa seca do grão foi máxima nos tratamentos de 80% e 100% da ETo com 0,31 g e mínima no tratamento de 0% da ETo com 0,28 g. Estes valores estão abaixo do peso médio padrão do grão da cultivar que é de 0,37 g (Agromen Sementes, 2006), isto pode ser explicado pelas condições de clima e solo em que o experimento foi desenvolvido.

Peiter (2006) no ano agrícola 2005/2006, avaliou três diferentes estratégias de irrigação na cultura do milho no município de Jaguari, RS, onde os tratamentos constaram de: (Tratamento 1) Réguas medidoras de umidade do solo, modelo EchoProbe, (Tratamento 2) 100% de reposição da evaporação de Tanque Classe “A” e (Tratamento 3) 80% de reposição

da evaporação de Tanque Classe “A”, com dois híbridos da Linha Biomatrix: BM 1201 e BRS 3150, para a safra 2005/2006, semeados no mês de outubro. Obteve valores de massa seca de grãos para a variedade BM 1201 de 0,10g; 0,099g e 0,098g, para os tratamento 1,2 e 3, respectivamente. Já para a variedade BRS 3150 os valores encontrados foram de 0,113g; 0,107g e 0,118g, para os tratamento 1,2 e 3, respectivamente. Não ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos, ocorrendo diferença significativa entre as variedades testadas.

**Tabela 6.** Valores médios da massa seca dos grãos.planta<sup>-1</sup> (PPGRAO), massa seca do colmo.planta<sup>-1</sup> (PPC), massa seca das folhas.planta<sup>-1</sup> (PPF), massa seca do pendão.planta<sup>-1</sup> (PPP), massa seca da palha.planta<sup>-1</sup> (PPPA), massa seca do sabugo.planta<sup>-1</sup> (PPS), matéria seca total (PPTOTAL) e índice de colheita (IC) para cada estratégia de irrigação aos 144 DAE, nos tratamentos de irrigação.

Tratamento (% da Eto <sup>1</sup> )	PPGRAO (g)	PPC (g)	PPF (g)	PPP (g)
0%	120,49(a)*	29,02 (a)	27,72 (a)	1,12 (a)
60%	120,62 (a)	38,16 (ab)	32,00 (a)	1,63 (a)
80%	127,82 (a)	42,64 (a)	32,04 (a)	1,36 (a)
100%	134,61 (a)	40,39 (a)	33,81 (a)	1,53 (a)
120%	122,91 (a)	39,91 (ab)	33,69 (a)	1,42 (a)
<b>Média</b>	125,29	38,03	31,85	1,41
<b>D.P.<sup>2</sup></b>	5,99	5,28	2,47	0,19
<b>CV (%)<sup>3</sup></b>	15,77	23,12	23,50	30,13
Tratamento (% da Eto <sup>1</sup> )	PPPA (g)	PPS (g)	PPTOTAL (g)	IC
0%	15,09 (a)	23,52 (ab)	216,96 (a)	0,55
60%	21,53 (a)	21,54 (b)	235,20 (a)	0,53
80%	20,86 (a)	23,68 (ab)	248,40 (a)	0,53
100%	17,22 (a)	27,59 (a)	255,15 (a)	0,53
120%	15,44 (a)	23,96 (ab)	237,33 (a)	0,54
<b>Média</b>	18,03	24,06	238,61	0,54
<b>D.P.<sup>2</sup></b>	3,01	2,19	14,59	0,01
<b>CV (%)<sup>3</sup></b>	63,60	17,90	13,65	

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferenciam pelo teste de Tuckey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

<sup>1</sup>Eto – evapotranspiração de referência

<sup>2</sup>D.P. - Desvio Padrão

<sup>3</sup>CV (%)– coeficiente de variação

A massa seca dos grãos.planta<sup>-1</sup>, massa seca das folhas.planta<sup>-1</sup>, massa seca do sabugo.planta<sup>-1</sup> e massa seca total apresentaram valores máximos para o tratamento de 100% da Eto, com médias de 134,61 g; 33,81 g; 27,59 g e 255,15g, respectivamente. Dentre estes parâmetros, somente para massa seca do sabugo.planta<sup>-1</sup> ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos.

A massa seca do colmo.planta<sup>-1</sup> apresentou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos, com média mais elevada de 42,64 g para o tratamento de 80% da Eto. Para massa seca do pendão.planta<sup>-1</sup> o valor máximo obtido foi de 1,63 g e para massa seca da palha.planta<sup>-1</sup> a maior média observada foi para o tratamento de 60% da Eto, com 21,54 g.

O IC médio encontrado foi 0,53. Para Fancelli (2000) o IC máximo para a cultura do milho encontra-se próximo de 0,52, em regiões de clima temperado e/ou elevada latitude.

Peiter (2006) para as condições experimentais citadas anteriormente encontrou IC variando de 0.49 a 0.53% para o híbrido BM 1201 e de 0.46 a 0.48% para o híbrido BRS 3150. O maior valor de índice de colheita ocorreu na estratégia de irrigação de 100% de reposição da evaporação do Tanque Classe "A".

**Tabela 7.** Produtividade ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de matéria seca e grãos e eficiência de uso da água (EUA) em cada estratégia de irrigação para a cultura do milho.

Tratamento (% da Eto <sup>1</sup> )	Produtividade ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		EUA <sup>2</sup> ( $\text{kg m}^{-3}$ )
	Matéria Seca	Grãos	
0%	18441,60 (a)	9225,5 (b)	3,07
60%	21168,00 (a)	10849,73 (ab)	3,27
80%	22356,00 (a)	12207,37 (a)	3,41
100%	22963,50 (a)	12847,44 (a)	3,46
120%	20173,05 (a)	10850,72 (ab)	3,00
<b>Média</b>	4378,58	2319,40	0,84

<sup>1</sup>Eto – evapotranspiração de referência

$$^2 \text{EUA} = \frac{\text{Matéria seca } (\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1})}{\text{Total de água aplicado } (\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1})}$$

De acordo com a Tabela 7, observa-se que ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos testados para a produtividade de grãos, não ocorrendo diferença estatisticamente significativa para a matéria seca. Pode-se contatar que T0 difere de T2 e T3, não diferindo dos demais e T1, T2, T3 e T4 não diferem entre si.

A menor produção de grãos verificada foi de 9.225,52  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , que corresponde ao tratamento de 0% da Eto. A maior produção foi de 12.847,44  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , que corresponde ao tratamento 100% da Eto onde foi aplicado 64,0 mm de irrigação, tendo um total de 663 mm de água com a precipitação mais a irrigação.

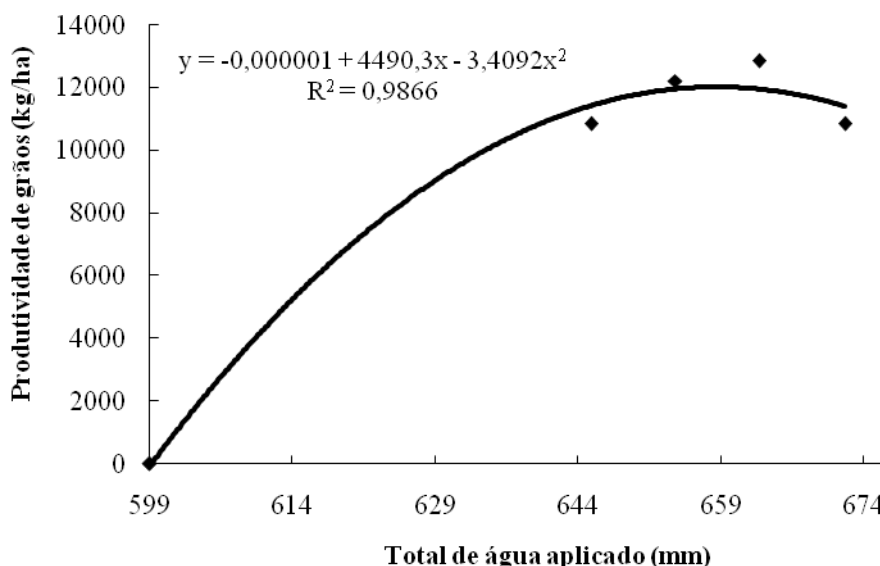
Bergamaschi et al. (2006) conduziram experimentos com diferentes estratégias de irrigação no município de Eldorado do Sul, RS, a partir de dados obtidos de dez anos de experimentação em campo, de 1993/1994 a 2002/2003. O local apresentou precipitações pluviométricas semelhantes a condições de Santiago, RS, para o ano agrícola 2005/2006, sendo, os meses de novembro a fevereiro (período do experimento), correspondente a 426 mm de precipitação pluvial e 567 mm de ETo. As produtividades máximas obtidas foram de 11.759,00  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e 12.602  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , para o híbrido Pioneer 3230 e Pioneer 3063, respectivamente, nos anos agrícolas 1993/1994 e 1998/1999.

Ainda com base na Tabela 07, observa-se, que a média de todos os tratamentos de 11.196,16  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  está acima da média nacional que é de 3.040,00  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , da média do estado do Rio Grande do Sul de 1.538,00  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  e da média do município de Santiago de 1.586,00  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  para o ano agrícola de 2005 (IBGE, 2006).

A eficiência de uso da água (EUA) apresentou uma média de 3,29, os maiores valores obtidos de EUA para a cultura, foram nos tratamentos que obtiveram maior produção de grãos, com valores de 3,41 e 3,46 para os tratamentos de 80% e de 100% da ETo, respectivamente. O menor valor da EUA (3,0) foi obtido para o tratamento de 120% da ETo, sendo este o tratamento com maior volume de água aplicado. Observa-se que a máxima EUA foi obtida no tratamento de 100% da ETo, que correspondeu a maior produção de grãos. Isto

indica que as lâminas de irrigação visando à máxima produção de grãos acima desse nível além de acarretar em menor produção, resultam em maior consumo de água, custos com equipamento e manutenção do mesmo.

A Figura 04 mostra a produção de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) com relação ao total de água aplicado.



**Figura 4.** Produção de grãos ( $\text{kg}/\text{ha}$ ) com relação ao total de água aplicado ( $\text{mm}$ ) para a cultura do milho.

Através da Figura 4, verifica-se um aumento na produção ocorrido com o aumento da lâmina de água aplicado. Isto ocorreu até o tratamento correspondente a 100% da  $E_{To}$ , quando o total de água aplicado foi equivalente a 663 mm, posterior a esta lâmina, no tratamento de 120 % da  $E_{To}$ , quando o total de água aplicado atingiu 672 mm, a produção verificada foi menor. O fato indica um excesso de água aplicado no tratamento correspondente a 120 % da  $E_{To}$ , causando diminuição na produtividade da cultura.

Observa-se também que a produtividade obtida poderia ser explicada por uma função polinomial quadrática. Com o ajuste de uma equação polinomial de segundo grau, correlacionando o produtividade de grãos (Y) com o total de água aplicado (X), obteve-se o ponto de máxima eficiência, correspondente a lâmina de 658,55 mm, o que nos remete a dizer que dentre os tratamentos testados, os tratamentos correspondentes a 80% da  $E_{To}$  e 100% da  $E_{To}$ , foram os que proporcionaram melhor desempenho quanto a produtividade de grãos.

Este resultado demonstra que lâminas excessivas, tanto quanto deficitárias causam reduções na produtividade. Carlesso et al. (2000) testaram diferentes lâminas de irrigação, para a cultura do milho na região de Santa Maria, RS, para os anos agrícolas 1994/95 e 1995/96. No ano agrícola 1994/95 o experimento constou de quatro manejos de irrigação quando a evapotranspiração máxima da cultura estimada a partir do tanque Classe "A" apresentasse valores acumulados de 30, 45, 60 e 75 mm e no ano agrícola 1995/1996 os valores acumulados foram de 15, 30, 45 e 60 mm. Esses autores concluíram que o manejo da irrigação da cultura do milho deve ser realizado com a aplicação da irrigação quando a evapotranspiração máxima da cultura indicar valor acumulado de 20 a 25 mm. A utilização de lâminas de irrigação maiores que 30 mm ocasiona redução no rendimento de grãos e acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas.

## 6 CONCLUSÃO

- O uso da irrigação suplementar na cultura do milho aumentou a produtividade de grãos para as condições, características do período e fatores considerados;
- Os tratamentos correspondentes a 80% da ETo e 100% da ETo, proporcionaram melhor desempenho quanto a produtividade de grãos, obtendo os valores mais elevados dos componentes número de grãos/espiga<sup>-1</sup>, peso médio do grão e massa seca total;
- Devido a distribuição irregular das chuvas, ocorreriam deficiências hídricas em períodos de extrema necessidade, o que comprometeria a produtividade final da cultura.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AGROMEN.** Sementes – AGN 2012. Disponível em < <http://www.agromen.com.br> >. Acesso em: 17 de novembro de 2006.

ALBUQUERQUE, P. E. P. DE; RESENDE, M.; Cultivo do Milho Manejo de Irrigação. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 8p. (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Comunicado Técnico, 47).

ARAÚJO et al. Irrigação e adubação nitrogenada em milho. **Scientia Agricola**, Boa Vista, vol.56 n.4. p. 1999.

BENTO, D. A. V. **Mapeamento de QTLs, para produção de grãos e seus componentes em uma população de milho tropical.** 2006. 134 f Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piraciaba, 2006.

BERGAMASCHI, H. et al. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n.2, p. 243-249, 2006.

BERLATO, M. A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e os impactos da estiagem na produção agrícola. In: Bergamaschi, H. (coord.) **Agrometeorologia aplicada à irrigação.** Porto Alegre: UFRGS, 1992. p. 11-23.

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

CARLESSO R. et al. Manejo da irrigação do milho a partir da evapotranspiração máxima da cultura. **Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v. 20, n. 1, p. 15-23, 2000.

COSTA, S. V. **Desenvolvimento e calibração de um mini-tanque evaporimétrico.** 2004. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

EMBRAPA, **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF: 2005. 374 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba; Porto Alegre: Agropecuária, 2000. 360 p.

FANCELLI, A.L. Ecofisiologia de plantas de lavouras. In: CARLESSO, R. (Ed.). **Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: 2001. p. 59-73.

GALBIATTI, J. A. Efeito de diferentes períodos de irrigação no desenvolvimento, produção e qualidade de sementes na cultura do milho (*Zea mays* L.). Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.24, n.2, p.301-308, 2004.

GOMES, A. C. **Caracterização climática de Santiago, RS para fins agrícolas**. 2004. 25 f. Monografia (Especialização em Ciências Ambientais)-Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Santiago, 2004.

GOMES, A. C. S.; PEITER, M. X. Análise da distribuição de frequência da precipitação pluvial na região de Santiago, RS para fins de irrigação. In: XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...**, Foz do Iguaçu, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – Agricultura. Disponível em < [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br) >. Acesso em 03 de novembro de 2006.

LOPES FILHO, R. P., **Utilização de diferentes tanques evaporimétricos em ambiente protegido**. 2000. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, Irrigação e Drenagem)-Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2000.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 23 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 22).

MORIZET, J.; TOGOLA, D. Effect et arrière-effect de la sécheresse sur la croissance de plusieurs génotypes de maïs. In: Conférence Internationale des Irrigations et du Drainage, 1984, Versailles. **Les besoins en eau des cultures**. Paris: Inra, 1984. p.351-360.

PEITER, M. X. Avaliação da viabilidade econômica e do comportamento das culturas de milho e sorgo para silagem sob diferentes níveis de manejo de irrigação. Relatório Técnico PROCOREDES. 79 p, 2006.