

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO PELO MÉTODO PENMAM
MONTEITH NA CULTURA DA VIDEIRA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Maurício Scalvenzi Turchiello

Santa Maria, RS, Brasil

2011

MANEJO DA IRRIGAÇÃO PELO MÉTODO PENMAM MONTEITH NA CULTURA DA Videira

Maurício Scalvenzi Turchiello

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração Engenharia de Água e Solos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do grau
Mestre em Engenharia Agrícola

Orientador: Prof. Dr. Toshio Nishijima

Santa Maria, RS, Brasil

2011

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

TURCHIELLO, MAURÍCIO SCALVENZI
MANEJO DA IRRIGAÇÃO PELO MÉTODO PENMAM MONTEITH NA
CULTURA DA VIDEIRA / MAURÍCIO SCALVENZI TURCHIELLO.-
2011.

85 p.; 30cm

Orientador: Toshio Nishijima
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2011

1. Irrigação 2. Videira 3. Gotejamento I. Nishijima,
Toshio II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de
Mestrado

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO PELO MÉTODO PENMAM MONTEITH NA
CULTURA DA VIDEIRA**

Elaborada por
Maurício Scalvenzi Turchiello

como requisito parcial para obtenção do grau
Mestre em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA:

Toshio Nishijima, Dr.
(Presidente/Orientador)

Diniz Fronza, Dr. (Colégio Politécnico-UFSM)

Ricardo Luís Schons (IF Farroupilha)

Santa Maria, 26 de setembro de 2011.

Ofereço

A meus pais e meus irmãos

Caetano Liberal Turchiello (in memorian)

Por todos ensinamentos que me proporcionou enquanto presente, pelo exemplo de conduta e que, esteja onde estiver, está torcendo por mim.

Marlene Tereza Scalvenzi Turchiello

Por ter sido pai e mãe ao mesmo tempo, me dando o carinho de mãe e a repreensão de pai, muitas vezes abrindo mão de seus sonhos em detrimento aos meus, podendo me proporcionar condições de estudar.

Marcos Scalvenzi Turchiello (in memorian)

Pelo tempo que convivemos juntos e pelas saudades que sinto e que, esteja onde estiver, está contente com esta conquista.

Marcelo Scalvenzi Turchiello

Por me ensinar a nunca desistir de um sonho.

Demonstro aqui minha eterna gratidão, meu carinho e amor a vocês!

Dedico

A minha noiva

Francini Requia Parzianello

Pelo companheirismo e paciência nos momentos de dificuldade, sempre com a ternura, a sensibilidade e o amor incondicionais, muitas vezes deixando de fazer as suas tarefas em detrimento a me auxiliar.

Dedico esta conquista a você meu amor!

Agradecimentos

*A **Universidade Federal** de Santa Maria, pelo ensino gratuito e de qualidade.*

*Ao **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**, pela infra-estrutura oferecida.*

*A **Capes**, pela bolsa concedida.*

*Ao **Colégio Politécnico da UFSM**, pela área experimental para a condução do trabalho e os laboratórios oferecidos.*

*Ao **Prof. Dr. Toshio Nishijima**, pela oportunidade concedida, pela orientação concedida e pelos ensinamentos que me proporcionou durante esta jornada.*

*Ao **Pro. Dr. Diniz Fronza**, pela confiança no estudo e pela colaboração no desenvolvimento deste trabalho.*

*Aos **colegas e amigos**, Raquel Paula Lorensi, Jonas Janner Hamann, Greissi Tente Giraldi, Raimundo Thiago Lima, Maria Clara e Cleber Milani Rodrigues pelo apoio e amizade.*

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho e estiveram firmes em seus propósitos de fornecer sua contribuição para a agricultura brasileira, meus mais sinceros agradecimentos

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Santa Maria

MANEJO DA IRRIGAÇÃO PELO MÉTODO PENMAM MONTEITH NA CULTURA DA VIDEIRA

AUTOR: MAURICIO SCALVENZI TURCHIELLO
ORIENTADOR: TOSHIO NISHIJIMA
Santa Maria, RS, Brasil, 26 de setembro de 2011.

Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação em relação a produtividade, aos componentes de rendimento e aos atributos físico-químicos do mosto da cultura da videira, foi conduzido um experimento na área experimental de cultivo de uvas no Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria no município de Santa Maria - RS. Foi utilizada a cultivar Vênus, conduzida sob sistema de latada durante o período de 01 de outubro de 2010 a 05 de janeiro de 2011. A área onde foi instalado o experimento situa-se ao lado da estação meteorológica da Universidade Federal de Santa Maria do qual foram retirados os dados climáticos para o cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Foi determinada uma lâmina de irrigação de referência. Os tratamentos das irrigações realizadas foram chamados de T2, T3, T4 e T5 e correspondem às frações de 50, 75, 100, 125% da lâmina de irrigação de referência, e um tratamento testemunha (T1) que não recebeu irrigação. Foram avaliados parâmetros da planta (produtividade e número de cachos.planta⁻¹), do cacho (peso dos cachos, dimensões dos cachos, número de bagas.cacho⁻¹, peso de cinco bagas, diâmetro das bagas e peso do engaço) e do mosto (pH e teor de sólidos solúveis totais). Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que houve diferença significativa para os parâmetros avaliados, entre os tratamentos irrigados e a testemunha. O tratamento que apresentou maior incremento de produtividade foi o T4, com rendimento de 17.794 Kg.ha⁻¹, correspondendo a um aumento de produtividade 72,84% em relação ao T1 sem irrigação, no entanto, o efeito sobre os atributos físico-químicos do mosto não foi significativo. Diante desses resultados, nas condições em que o experimento foi realizado, conclui-se que para a cultura da videira, ocorre um aumento de produtividade relacionado ao aumento da lâmina de irrigação, até um determinado limite, após este limite, o incremento de produtividade é reduzido.

Palavras chave: Irrigação, Videira, Gotejamento

ABSTRACT

Master Dissertation
Programa de Pós- Graduação em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Santa Maria

MANAGEMENT OF IRRIGATION METHOD FOR THE CULTURE OF PENMAM MONTEITH VINE

AUTHOR: MAURICIO SCALVENZI TURCHIELLO

ADVISOR: TOSHIO NISHIJIMA

Santa Maria, RS, Brazil, September 26th, 2011.

This study evaluated the effect of different irrigation levels by the yield components and quality of fruit of vine. The experiment was conducted at the experimental cultivation of grapes in the Polytechnic School of University of Santa Maria in Santa Maria, RS, and was utilized the variety Vênus, by the trellis way between October 1, 2010 and January 5, 2011 for gain the experiment data. The experimental design was randomized blocks with five treatments and four replications. It was determined a irrigation level of reference in accordance with the characteristic curve of water retention in soil. The irrigations were performed whenever the cumulative evapotranspiration in the period approaching the value of water deth reference. Irrigations treatments were called T2, T3, T4 and T5 corresponding the fractions 50, 75, 100, and 125% of water deth reference, and a control treatment (T1) that received no irrigation. It was evaluated the following parameters: by the plant, productivity and number of bunches.plant⁻¹, by the fruit, weight, length and width of the bunch, number of the berries.cluster⁻¹, weight of five berries, berry weight and diameter of the stalk, hydrogenic potential and total soluble solids. The data used to evaluated the parameters through regression analysis are homogeneous and normal, without changes. The results of this study showed a significant difference (5%) for some parameters evaluated between the irrigated treatments and the control. Treatment with the highest productivity was the T4, with a yield of 17.794 kg.ha⁻¹, an increase in productivity of 72,84% over the treatment without irrigation, however the effect on quality of the bunch was not significant. Given these results, the conditions under which the experiment was conducted, it is concluded that for the culture of the vine there is an increase in productivity related to the increase of irrigation water applied to a certain limit, after which this increase in productivity is lower, without changing the quality of fruit.

Keywords: Irrigation, Vine, Drip

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Potencial de retenção de água no solo (Laboratório de Solos da UFSM – Santa Maria-RS, abril de 2010)	47
Gráfico 2 – Média da infiltração acumulada (Laboratório de Solos da UFSM – Santa Maria-RS, abril de 2010)	48
Gráfico 3 – Taxa de infiltração no solo (Laboratório de Solos da UFSM – Santa Maria-RS, abril de 2010).....	48
Gráfico 4 – Radiação solar diária medida na estação meteorológica no período do experimento (01/10/2010 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010.....	50
Gráfico 5 – Registro da temperatura média diária na estação meteorológica no período do experimento (01/10/10 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010.....	51
Gráfico 6 – Média da umidade relativa do ar medida na estação meteorológica no período do experimento (01/10/2010 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010.....	52
Gráfico 7 – Velocidade média do vento medida na estação meteorológica no período do experimento (01/10/2010 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010.....	53
Gráfico 8 – Precipitação pluviométrica medida na estação meteorológica no período do experimento (01/10/2010 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010.....	54
Gráfico 9 – ETo diária calculada pelo método de Penman-Monteith no período do experimento (01/10/2010 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010...55	55
Gráfico 10 – ETc diária, calculados com os valores de Kc da videira no período do experimento (01/10/2010 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010...56	56
Gráfico 11 – Irrigações realizadas durante o período do experimento para o T4 (100% da lâmina de irrigação de referência), Santa Maria, RS, 2010.....	58
Gráfico 12 – Lâminas de irrigação acumuladas para os respectivos tratamentos, Santa Maria, RS, 2010.....	58

Gráfico 13 – Evapotranspiração da cultura diária, precipitação e irrigações realizadas para o T4 (100% da lâmina de irrigação de referência), durante o período do experimento, Santa Maria, RS, 2010.....	59
Gráfico 14 – Valores médios de produtividade (Kg.h ⁻¹) segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.....	60
Gráfico 15 – Valores médios do número de cachos.planta ⁻¹ segundo as lâminas de irrigação aplicadas. Santa Maria, RS, 2010.....	62
Gráfico 16 – Valores médios do peso do cacho segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.....	64
Gráfico 17 – Valores médios do comprimento do cacho segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.....	65
Gráfico 18 – Valores médios da largura do cacho segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.....	66
Gráfico 19 – Valores médios do número de bagas.cacho ⁻¹ segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.....	67
Gráfico 20 – Valores médios do peso de cinco bagas segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.....	69
Gráfico 21 – Valores médios do diâmetro de bagas segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.....	70
Gráfico 22 – Valores médios do peso do engaço segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.....	72
Gráfico 23 – Valores médios do pH segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.....	73
Gráfico 24 – Valores médios do teor de SST segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cultivar Vênus utilizada no experimento. Santa Maria – RS (2010).....	29
Figura 2 – Determinação da infiltração de água no solo, metodologia do duplo anel concêntrico. Santa Maria – RS (2010).....	33
Figura 3 – Vista geral do experimento: a) acionamento do sistema de irrigação através de uma torneira e medida da pressão de serviço através de manômetro; b) acionamento independente dos tratamentos através de registros de esfera.....	36
Figura 4 – Teste de vazão do sistema com proveta graduada: a) enchimento do becker abaixo do gotejador; b) enchimento da proveta graduada com o volume coletado no gotejador.....	36
Figura 5 – Conferência da pressão de serviço; a) pressão de serviço no manômetro; b) quando T2, T3, T4 fechados e T5 aberto.....	37
Figura 6 – Conferência da pressão de serviço: a) registros abertos; b) pressão de serviço no manômetro.....	37
Figura 7 – Colheita da uva (Colégio Politécnico da UFSM - Santa Maria-RS dezembro de 2010)	41
Figura 8 – Contagem do número de cachos.planta ⁻¹ (Colégio Politécnico da UFSM - Santa Maria-RS dezembro de 2010).....	42
Figura 9 – Medição dos cachos de uva com fita métrica. (Colégio Politécnico da UFSM - Santa Maria-RS dezembro de 2010).....	43
Figura 10 – Refratômetro para determinação do teor de SST (Colégio Politécnico da UFSM - Santa Maria-RS dezembro de 2010).....	44
Figura 11 – Medição do pH do mosto, leitura com peagâmetro digital (Colégio Politécnico da UFSM - Santa Maria-RS dezembro de 2010)	45
Figura 12 – Aferição do peso médio do cacho. Santa Maria, RS, 2010.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diâmetros molhados por gotejadores com diferentes vazões e texturas de solo. Adaptado de KELLER & KARMEELLI (1975).....	27
Tabela 2 – Valores da granulometria do solo (Laboratório de Solos da UFSM – Santa Maria-RS, abril de 2010).....	46
Tabela 3 – Resultados médios de macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo (Laboratório de Solos da UFSM – Santa Maria-RS, abril de 2010).....	46
Tabela 4 – Análise de variação para produtividade (Kg.ha^{-1}) em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.....	60
Tabela 5 – Análise de variação para número de cachos.planta ⁻¹ em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.	62
Tabela 6 – Análise de variação para peso do cacho em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.....	64
Tabela 7 – Análise de variação para comprimento dos cachos em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.	66
Tabela 8 – Análise de variação para largura dos cachos em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.....	67
Tabela 9 – Análise de variação para número de bagas.cacho ⁻¹ em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.	68
Tabela 10 –Análise de variação para peso de 5 bagas com blocos ao acaso com 4 repetições e 5 tratamentos com 5 % de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.....	69
Tabela 11 –Análise de variação para diâmetro de bagas com blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.....	71
Tabela 12 –Análise de variação para peso do engaço com blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.....	72

Tabela 13 –Análise de variação para pH com blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.....	74
Tabela 14 –Análise de variação para teor de SST com blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.....	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Croqui da distribuição dos tratamentos adotados no experimento.....	35
Quadro 2 – ETc acumulada calculada pelo método de Penman-Monteith, precipitação pluviométrica ocorrida no período e lâmina de irrigação aplicada em função dos tratamentos aplicados. Santa Maria, RS, 2010.	76
Quadro 3 – Parâmetros da planta obtidos em função dos tratamentos aplicados. Santa Maria, RS, 2010.....	76
Quadro 4 – Parâmetros dos cachos obtidos em função dos tratamentos aplicados. Santa Maria, RS, 2010.....	77
Quadro 5 – Parâmetros físico-químicos do mosto obtidos em função dos tratamentos aplicados. Santa Maria, RS, 2010.	78

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 A cultura da videira	18
2.1.1 Origem.....	18
2.1.2 Importância econômica	18
2.2 Atributos Físico-Hídricos do solo	19
2.2.1 Textura	19
2.2.2 Porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo.....	19
2.2.3 Curva característica de retenção de água no solo, capacidade de campo, limite inferior de umidade e ponto de murcha permanente.....	20
2.2.4 Infiltração de água no solo	21
2.3 Aspectos climáticos.....	21
2.3.1 Radiação Solar	21
2.3.2 Temperatura.....	22
2.3.3 Umidade Relativa do Ar	22
2.3.4 Velocidade do Vento	22
2.3.5 Precipitação Pluviométrica.....	23
2.4 Evapotranspiração	23
2.5 Coeficiente da cultura	24
2.6 Irrigação	26
2.7 Métodos de irrigação	27
2.8 Manejo da irrigação baseada na tensão de água no solo com lâmina de irrigação de referência.....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Localização geográfica	29
3.2 Cultura.....	29
3.3 Atributos Físico-Hídricos do solo.....	30
3.3.1 Textura do solo.....	30
3.3.2 Porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo	31
3.3.3 Curva característica de retenção de água no solo, capacidade de campo, limite inferior de umidade e ponto de murcha permanente.....	32
3.3.4 Infiltração de água no solo	33
3.4 Práticas culturais	34
3.5 Delineamento experimental.....	34
3.6 Sistema de irrigação	35
3.7 Manejo da irrigação.....	37
3.7.1 Determinação da lâmina de irrigação de referência	38
3.7.2 Tratamentos aplicados	39
3.7.3 Tempo de aplicação dos tratamentos	39
3.7.4 Momento da irrigação.....	39
3.8 Parâmetros avaliados	40

3.8.1 Parâmetros da planta	41
3.8.1.1 Produtividade	41
3.8.1.2 Número de cachos.planta ⁻¹	41
3.8.2 Parâmetros dos cachos.....	42
3.8.2.1 Peso do cacho.....	42
3.8.2.2 Dimensões do cacho (comprimento e largura).....	42
3.8.2.3 Número de bagas.cacho ⁻¹	43
3.8.2.4 Peso do engaço	43
3.8.2.5 Peso de cinco bagas	43
3.8.2.6 Diâmetro de bagas	44
3.8.3 Parâmetros físico-químicos dos frutos	44
3.8.3.1 Teor de sólidos solúveis totais	44
3.8.3.2 Potencial hidrogeniônico	45
3.9 Análise estatística	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
4.1 Atributos Físico-Hídricos do Solo	46
4.1.1. Textura do solo.....	46
4.1.2 Porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo	46
4.1.3 Curva característica de retenção de água no solo, capacidade de campo, limite inferior de umidade e ponto de murcha permanente.....	47
4.1.4 Infiltração de água no solo	47
4.2 Evapotranspiração	49
4.2.1 Parâmetros Climáticos	49
4.2.1.1 Radiação Solar.....	49
4.2.1.2 Temperatura.....	51
4.2.1.3 Umidade relativa do ar	52
4.2.1.4 Velocidade do vento	52
4.2.1.5 Precipitação Pluviométrica	53
4.2.2 Evapotranspiração de Referência	54
4.2.3 Evapotranspiração da cultura.....	56
4.3 Manejo da Irrigação.....	57
4.4 Parâmetros avaliados	59
4.4.1 Parâmetros da planta	59
4.4.1.1 Produtividade	59
4.4.1.2 Número de cachos.planta ⁻¹	61
4.4.2 Parâmetros do cacho	63
4.4.2.1 Peso do cacho.....	63
4.4.2.2 Comprimento dos cachos.....	65
4.4.2.3 Largura dos cachos.....	66
4.4.2.4 Número de bagas.cacho ⁻¹	67
4.4.2.5 Peso de cinco bagas	69
4.4.2.6 Diâmetro das bagas	70
4.4.2.7 Peso do engaço	71
4.4.3 Atributos Físico-Químicos do mosto.....	73

4.4.3.1 Potencial hidrogeniônico	73
4.4.3.2 Teor de Sólidos Solúveis Totais	74
4.5 Análise conjunta dos dados.....	75
5 CONCLUSÕES.....	79
REFERÊNCIAS.....	80

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de uvas ocupa uma área de aproximadamente 7,5 milhões de hectares distribuídos em vários países como Itália, Espanha e Estados Unidos que são os maiores produtores. A produção mundial é de aproximadamente 62 milhões de toneladas.ano⁻¹, das quais 8,5 milhões são uva de mesa. Segundo dados da FAO (2004) o Brasil, sexto maior produtor mundial, é responsável por 1,9% da produção. A área cultivada com videiras no Brasil é de aproximadamente 75 mil ha, aproximadamente 60% desta área cultivada é no Rio Grande do Sul. O Rio Grande do Sul responde por mais de 50 % da produção de uvas do país (IBGE, 2007). A destinação das uvas produzidas no Brasil é variável, entretanto pode-se dizer que aproximadamente 50 % são destinadas para indústria e os outros 50 % restantes para consumo “in natura”. Pesquisas indicam que o consumo de frutas “in natura” está em crescimento no mundo. O consumo de frutas frescas per capita na Europa é de aproximadamente 100 Kg.ano⁻¹, quase o dobro do consumo brasileiro que fica em 57 kg.ano⁻¹. O Brasil deve aproveitar esta tendência mundial e incentivar o consumo de frutas, bem como a produção e a qualidade das frutas.

Devido a sua alta rentabilidade por unidade de área e ao aumento do consumo, a videira (*Vitis* sp.), uma cultura de destaque na Serra Gaúcha tem expandido a área de cultivo para outras regiões do estado do Rio Grande do Sul como a Campanha, a Fronteira e a Depressão Central, regiões que apresentam clima temperado com invernos rigorosos e verões quentes e secos.

Durante o ciclo de desenvolvimento da videira no Rio Grande do Sul ocorrem altos índices de precipitação pluvial, principalmente na região da Serra Gaúcha entretanto esta precipitação ocorre de maneira desuniforme e mal distribuída. A videira apresenta sistema radicular profundo e pode suportar bem períodos de deficiência hídrica moderada, entretanto esta deficiência pode acarretar em diminuição de produtividade. A irrigação é a principal ferramenta utilizada para evitar que a planta sofra deficiência hídrica.

O correto manejo da irrigação permite aplicar a água em quantidades adequadas promovendo o uso mais eficiente da energia utilizada no sistema de irrigação, criando condições para produção de uvas de melhor qualidade. A avaliação do consumo de água da cultura é de fundamental importância do ponto de

vista agrícola, principalmente considerando-se que os recursos hídricos disponíveis são limitados, principalmente nas zonas áridas e semi-áridas (ALVES, 1996).

Muitas pesquisas sobre a necessidade de água têm sido realizadas para as grandes culturas, determinando-se através de lisímetros ou estimando-se através de dados meteorológicos e fórmulas empíricas o consumo de água. Entretanto, para as culturas cultivadas em menor escala, a pesquisa está defasada. A grande maioria das informações para a cultura da videira é originária de outros países como Itália, Espanha e Estados Unidos onde as condições climáticas são diferentes do Brasil.

O mercado consumidor exige quantidade e qualidade de uvas produzidas. Para suprir a defasagem técnica científica faz-se necessário um conhecimento completo sobre a cultura da videira. Embora haja alguma difusão de tecnologia entre os viticultores, existem poucos dados científicos e regionalizados de produção e exigência da planta Brasil. A maioria dos dados existentes são de pesquisas realizadas na região da Serra Gaúcha e não podem ser aplicados na Depressão Central, onde a precipitação pluviométrica é menor e mais desuniforme.

O objetivo geral do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes lâminas de irrigação sobre a produtividade, os componentes de rendimento e a qualidade dos frutos e do mosto da cultura da videira conduzida sob sistema de latada na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

Os objetivos específicos do trabalho foram:

- analisar detalhadamente a influência da aplicação de diferentes lâminas de irrigação sobre a produtividade da videira, determinando qual a lâmina de irrigação que confere maior acréscimo em produtividade e comparando-a com o tratamento testemunha que não recebeu irrigação.

- analisar separadamente a influência da aplicação de diferentes doses de irrigação sobre cada componente de rendimento da videira para confrontar com o tratamento testemunha sem irrigação.

- avaliar o uso da irrigação sobre os atributos físico-químicos do mosto, determinantes do sabor e da qualidade da uva, de cada tratamento e confrontar com o tratamento testemunha sem irrigação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da videira

2.1.1 Origem

A videira pertence à ordem *Rhamnales*, família *Vitaceae*, gênero *Vitis*, possui mais de 90 espécies conhecidas. Duas espécies são de grande importância para a agricultura, *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L., destinadas respectivamente ao consumo "in natura" dos frutos e à produção de vinhos. A espécie *Vitis labrusca* possui origem americana e apresenta características mais rústicas quanto à suscetibilidade a doenças. A espécie *Vitis vinifera*, de origem européia, é responsável por mais de 90% dos vinhos fabricados no mundo.

É originária de clima mediterrâneo, verão quente e seco e inverno frio e úmido, e desenvolve-se melhor nestas regiões onde é atendida sua necessidade de repouso. Entretanto, adapta-se bem a diferentes condições climáticas, desde que haja calor suficiente durante a estação de crescimento, podendo ser cultivada em latitudes de 52°N a 40°S e altitudes de 61 até 2.473 metros acima do nível do mar.

A videira é uma planta arbustiva, constituída de raízes, tronco, ramos, gemas, folhas, flores, gavinhas, frutos e sementes. É perene e apresenta sistema radicular profundo, podendo tolerar suprimento de água limitado (DOOREMBOS & KASSAM, 1979). O crescimento das raízes é afetado pela temperatura do solo, suprimento de água e nutrientes, impedimentos físicos e químicos, aeração e classe textural do solo. Segundo SOARES & NASCIMENTO (1998), em estudo realizado com videira cultivada sob sistema de irrigação localizada em Vertissolo, observaram que mais de 84% da massa seca das raízes de absorção de água e nutrientes e mais de 96% das raízes de sustentação ($\varnothing > 10\text{mm}$) estão concentradas na camada de solo entre 0 a 30 cm de profundidade.

2.1.2 Importância econômica

Segundo BOWN (2000), em alguns países do Mercosul o mercado de uvas sem sementes para mesa tem grande importância, como no caso do Chile, que na

safra 1999/2000 exportou 76,2 milhões de caixas de 5kg de uvas de mesa, sendo mais da metade para os Estados Unidos. O mercado de uva sem semente para mesa é relativamente novo no Brasil, entretanto, está em ascensão em diversas regiões do país.

A viticultura é uma atividade economicamente importante para o Brasil. A produção nacional em 2007 foi de 1,35 milhão de toneladas, numa área cultivada de 89,9 mil hectares (ANUÁRIO FRUTICULTURA, 2008). Segundo IBGE 2007, o RS é o maior produtor de uvas do Brasil, com 45.379 Ha e produção de 704.176 toneladas, média de 15,5 ton.ha⁻¹.

2.2 Atributos Físico-Hídricos do solo

O solo é um sistema trifásico, composto por sólidos, líquidos e gases. É necessário conhecer o “arranjo” entre as fases do solo para definir o uso e manejo mais adequados, o método de irrigação mais apropriado, o preparo e conservação do solo e da água.

O solo considerado ideal para o desenvolvimento das videiras deve apresentar boa capacidade de retenção de água, bom arejamento e baixa resistência ao crescimento das raízes.

2.2.1 Textura

A textura do solo afeta diretamente propriedades do solo como drenagem, aeração, e retenção de água. Quatro classes de tamanho de partículas de solo foram definidas pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (areia fina, areia grossa, silte e argila) e são usadas para determinação da classe textural do solo. A combinação entre essas partículas é imensa e a definição da classe textural é dada em função de um gráfico funcional conhecido como Triângulo Textural (TT).

2.2.2 Porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo

A porosidade total do solo é definida como a proporção entre o volume de poros e o volume total do solo, ou seja, é a porção do solo ocupada por ar e água e não ocupada por sólidos. Tem influência sobre a retenção e fluxo de ar e água,

tendo importância direta no crescimento radicular e no uso da irrigação. É influenciada pela textura do solo e inversamente proporcional a densidade do solo.

A porosidade é dividida em duas classes de acordo com o tamanho dos poros: microporosidade e macroporosidade. Os microporos são responsáveis pela retenção e armazenagem de água no solo. Os macroporos são responsáveis pela aeração e a infiltração de água no solo.

A densidade do solo definida como a proporção de massa de solo seco por unidade de volume do solo. A densidade do solo é influenciada pela textura do solo e inversamente proporcional a porosidade do solo. Os valores normais encontrados variam de 0,9 a 1,9 g cm⁻³ e são maiores em solos arenosos e menores em solos argilosos.

2.2.3 Curva característica de retenção de água no solo, capacidade de campo, limite inferior de umidade e ponto de murcha permanente

Segundo CONCEIÇÃO (2005), os dados de tensão de água no solo são obtidos na curva característica de retenção de água no solo. A profundidade a ser considerada deve ficar entre 20 e 40 cm, representando a metade da região onde se encontra a maior parte das raízes da videira. Para utilizar a curva, deve-se estabelecer qual a tensão correspondente à umidade na capacidade de campo (CC) e no limite inferior de umidade (LI). Para cada valor da tensão corresponde um valor da umidade do solo.

A CC é o limite superior de umidade que o solo consegue reter, após ter sido saturado e ter ocorrido drenagem natural. De um modo geral, para os solos brasileiros, o valor de CC corresponde à tensão entre 6 kPa, para solos mais arenosos, e 10 kPa, para solos mais argilosos.

O LI, ou limite máximo da tensão da água no solo, é a limite mínimo de umidade que o solo deve ter e a planta consegue absorver a água facilmente, sem sofrer estresse hídrico e perda de rendimento (produtividade). O LI dependerá principalmente da capacidade de armazenamento de água do solo, influenciada pelo tipo de solo. Recomenda-se, de uma forma geral, que esse valor máximo fique entre 15 e 25 kPa (CONCEIÇÃO, 2005).

O ponto de murcha permanente (PMP) é o limite máximo de tensão de água no solo em que a planta ainda consegue recuperar a turgidez, abaixo deste ponto ocorre morte das plantas.

2.2.4 Infiltração de água no solo

Infiltração é o processo pelo qual a água penetra no solo através de sua superfície. É de fundamental importância para se determinar a escolha do método de irrigação a ser adotado e a intensidade máxima de aplicação da lâmina de irrigação.

Em sistemas de irrigação por gotejamento a taxa de aplicação da lâmina de irrigação é baixa, dificilmente se aproximando da taxa de infiltração básica de água no solo, e a importância de sua determinação é diminuída. Entretanto, o conhecimento da taxa de infiltração de água no solo é importante para definir técnicas de conservação do solo e auxiliar na composição de uma imagem mais real da retenção da água e da aeração no solo (PAIXÃO et al., 2004).

2.3 Aspectos climáticos

Segundo NETO & FANCELLI (2000), os aspectos climáticos são decisivos no desenvolvimento dos vegetais. Os aspectos são influenciados por fatores geográficos como latitude, altitude, relevo e continentalidade. De acordo com TEIXEIRA et al. (2010), radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento são os principais aspectos climáticos que interferem no cultivo da videira. Crescimento, desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos e a demanda hídrica da videira são influenciados por aspectos climáticos.

2.3.1 Radiação Solar

A radiação solar é fonte de energia para a fotossíntese e evapotranspiração. Segundo ALLEN et al.(1998), a radiação solar influencia todas as fases de desenvolvimento da videira afetando diretamente o florescimento e a maturação dos frutos, sendo determinante na qualidade dos frutos através do acúmulo de açúcares. A videira necessita de 1200 a 1400 horas efetivas de brilho solar (insolação) durante o ciclo de desenvolvimento.

MASTALERZ (1987) descreve que quanto maior a disponibilidade de luz, maior a fotossíntese. A capacidade da planta em interceptar e usar a energia luminosa para fazer fotossíntese determina a disponibilidade de carboidratos para seu crescimento. Quanto maior a área foliar, maior será a fotossíntese, elevando a produtividade das culturas. O autor descreve ainda que a alta umidade do solo contribui para um rápido crescimento e expansão das folhas. A expansão foliar é restringida quando ocorre stress hídrico, diminuindo a fotossíntese.

BOZARTH et al. (1992), PASIAN & LIETH (1989) observaram que a resistência dos estômatos é influenciada em grande parte pela radiação solar global e pelo déficit de pressão de vapor.

2.3.2 Temperatura

Do ponto de vista térmico, a temperatura ótima para que a videira expresse máximo desenvolvimento vegetativo, produtividade e acúmulo de açúcares nos frutos nas diferentes fases ao longo do ciclo produtivo são: brotação: 10 a 13° C; desenvolvimento vegetativo: 15 a 25° C; floração e desenvolvimento das bagas: 15 a 25° C e maturação dos frutos: 20 a 30° C.

A amplitude térmica mais elevada favorece a coloração das bagas. Não havendo excesso de precipitação pluvial, a qualidade dos frutos será maior quanto maior for a temperatura do ar (WINKLER et al., 1974; MATHIAS & COATES, 1986).

2.3.3 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar influencia a transpiração das plantas. GISLEROD et al. (1987) estudando nove espécies de plantas, observaram que houve uma diminuição de 44 à 60% na taxa de transpiração devido ao aumento da umidade relativa do ar de 55 para 95%.

2.3.4 Velocidade do Vento

A velocidade do vento pode ser prejudicial à cultura por danificar folhas, flores e os frutos da videira. A velocidade do vento aumenta o consumo hídrico,

aumentado as trocas gasosas e a abertura estomática. Caso não haja umidade no solo a planta fecha os estômatos e reduz a fotossíntese e o crescimento.

2.3.5 Precipitação Pluviométrica

A deficiência e o excesso hídrico afetam o comportamento dos estádios fenológicos da cultura da videira. Quando a deficiência ocorre durante o período inicial de crescimento das bagas, proporciona redução na multiplicação celular e quando acontece durante a maturação, propicia redução no tamanho das células e conseqüentemente redução do tamanho das bagas. O excesso hídrico, combinado com temperaturas elevadas, torna a cultura da videira muito susceptível a doenças fúngicas e pragas. Na fase final de maturação das bagas o consumo hídrico da videira diminui (WINKLER et al., 1974).

TEIXEIRA & AZEVEDO (1996) constataram que, para uma boa produtividade da cultura da videira, é recomendável que o desenvolvimento vegetativo da planta ocorra sob condições de baixa precipitação pluviométrica e que as necessidades hídricas de cada fase fenológica sejam satisfeitas através da irrigação. A escolha do sistema de irrigação depende de uma série de fatores técnicos, econômicos e culturais, mas o gotejamento e a micro aspersão se destacam por suas vantagens.

SERMAN et al. (2004), verificaram a diminuição do número de cachos comercializáveis nos tratamentos que sofreram déficit hídrico, em experimento com a cultivar Apirênia Superior Seedless, irrigada sob diferentes percentagens da evapotranspiração.

2.4 Evapotranspiração

Evapotranspiração expressa a evaporação da água pelo solo e a água utilizada pela planta em seu processo metabólico chamado transpiração (THORNTHWAITE, 1955). A quantidade de água evapotranspirada depende da planta, do solo e das condições climáticas, sendo as condições climáticas o fator mais importante para a estimativa da evapotranspiração.

O clima é um dos principais fatores na determinação do volume de água evapotranspirada pelas culturas. Além dos fatores climáticos, a evapotranspiração também é influenciada pela própria cultura. O meio ambiente e o manejo agrônômico

também podem ter influência na taxa de crescimento e na evapotranspiração (DOOREMBOS & PRUITT, 1997; MANDELLI, 1984; WEAVER, 1976; WILLIAMS & MATTHEWS, 1990).

A estimativa da evapotranspiração de uma cultura pode ser feita através de métodos diretos e indiretos. O método direto é realizado através de lisímetros de pesagem, o qual permite determinar a evapotranspiração da cultura em períodos curtos. O método indireto para estimar evapotranspiração é realizado através de modelos matemáticos baseados em dados climáticos.

Segundo BAILLE ET. AL, (1994), nos anos 70, os métodos indiretos para calcular a evapotranspiração através de modelos matemáticos eram baseados apenas na radiação solar global e coeficientes como o coeficiente da cultura. Recentemente, foram desenvolvidos modelos para estimar a evapotranspiração baseados em fatores climáticos como a radiação solar global, o déficit de pressão de vapor e parâmetros específicos da cultura como a resistência estomática e o índice de área foliar. Esses modelos de equações, como proposto por Monteith no ano de 1965 são muito bem elaborados e fornecem dados mais precisos da necessidade de água para o cultivo de determinada cultura.

BAILLE & BAILLE (1992) observaram que a estimativa da evapotranspiração pela fórmula de Penman-Monteith usando as fórmulas de radiação solar e déficit de pressão de vapor foi capaz de simular os valores de evapotranspiração com segurança. Este método é utilizado quando se dispõe de estações meteorológicas com sensores de radiação, velocidade de vento, temperatura e umidade relativa do ar. Devido ao maior número de estações meteorológicas disponíveis e a facilidade em acessar esse dados, atualmente é o método padrão para cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o) pela FAO (ALLEN et al., 1998).

A ET_o é utilizada em diversos estudos agrometeorológicos, tais como em modelos de produção, balanços hídricos e zoneamentos agroclimáticos, bem como no manejo e no dimensionamento de sistemas de irrigação (ALLEN et al., 1998).

2.5 Coeficiente da cultura

Para medir os efeitos das características da cultura sobre as necessidades hídricas das plantas, DOOREMBOS e PRUITT (1979) utilizaram coeficientes de cultura (K_c) que relacionam a ET_o com a evapotranspiração da cultura (ET_c). O

valor de K_c representa a evapotranspiração de uma cultura em condições ótimas que proporcionam ótimos rendimentos.

O K_c varia com a altura e estágio de desenvolvimento da cultura, velocidade do vento e umidade relativa (DOOREMBOS & KASSAM, 1979). No início do crescimento, quando o dossel vegetativo não cobre completamente o solo e a quantidade de radiação interceptada é baixa, o K_c é particularmente sensível aos fatores do solo como condutividade hidráulica e conteúdo de água próximo à superfície (RITCHIE & JONHSON, 1991). ANNANDALE & STOCKLE (1994) analisaram a influência do clima (radiação solar, velocidade do vento, temperatura do ar e pressão de vapor) no K_c e verificaram que esses valores, em condições de cobertura completa do solo, tendem a variar com mudanças nos elementos do clima, devido às diferenças nas propriedades aerodinâmicas da superfície e resistência do dossel da cultura de referência e da cultura a ser irrigada.

De acordo com ÁVILA NETTO (1997), em experimento realizado com a variedade de uva Itália (*Vitis vinifera*), sob irrigação por gotejamento, na região do submédio São Francisco, encontrou valores de K_c aos 18 dias após a poda de 0,62. Observa-se que é um K_c alto para apenas 18 dias após a poda, entretanto devido ao as altas temperaturas e radiação solar da região, as plantas já apresentavam índice de área foliar significativo. Os valores de K_c evoluíram de maneira crescente, atingindo o valor máximo de 0,74 no subperíodo de desenvolvimento das bagas. Posteriormente passou a decrescer gradativamente, tendo alcançado o valor mínimo de 0,50, por ocasião do final do subperíodo de maturação dos frutos.

Para a variedade Concord, no Hemisfério Norte, para condições de irrigações não frequentes, solo seco na maior parte do tempo de avaliação e cobertura do solo de 30 - 35% (sistema de condução em espaldeira) um conjunto de K_c que variaram de 0,25 a 0,75, dependendo do estágio fenológico da videira (DOOREMBOS & KASSAM, 1979).

CONCEIÇÃO & MAIA (2001) encontraram valores de K_c para a videira Niágara Rosada (*Vitis labrusca*) irrigada por micro aspersão na região de Jales, entre 0,2 e 1,1. TEIXEIRA et al. (1999) encontraram para a variedade Itália irrigada por micro aspersão na região de Petrolina, valores de K_c entre 0,5 e 1,2.

De uma forma geral, pode-se adotar um K_c no início (K_{ci}) entre 0,4 e 0,6. A partir do florescimento até a colheita pode-se adotar um só valor de K_c para facilitar o manejo da irrigação, já que é comum, na mesma parreira, existirem plantas em

diferentes fases de desenvolvimento. Nessa fase, de uma forma geral, pode-se considerar um Kc médio (Kcm) para a videira entre, aproximadamente, 0,7 e 0,8 (DOOREMBOS & KASSAM, 1979; TEIXEIRA et al., 1999; CONCEIÇÃO & MAIA, 2001).

Para as condições da Serra Gaúcha, CONCEIÇÃO & MANDELLI (2007) recomendam valores de Kci, Kcm e Kc final (Kcf) iguais, respectivamente, a 0,50, 0,90 e 0,45 para condução em latada.

2.6 Irrigação

As questões relacionadas à quando e quanto irrigar são informações importantes aos agricultores, pois devido aos aumentos do custo de energia e da escassez do recurso água o produtor passa a ter posturas diferenciadas em relação ao assunto, tornando o manejo racional da irrigação um processo indispensável no processo produtivo das culturas irrigadas (HERNANDEZ, 1997).

A avaliação do consumo de água da cultura é de fundamental importância do ponto de vista agrícola, principalmente considerando-se que os recursos hídricos disponíveis são limitados, principalmente nas zonas áridas e semi-áridas (ALVES, 1996).

A cultura da videira tem crescido de forma acentuada em regiões tropicais e subtropicais. Na grande maioria dessas regiões ocorre um déficit hídrico pronunciado durante determinado período do ano, resultando na utilização de irrigação para suprir as necessidades hídricas da cultura. Segundo CONCEIÇÃO (2003), no cultivo de videiras em regiões áridas, a irrigação é a principal fonte de água para a cultura, em regiões tropicais, a irrigação é complementar a precipitação pluvial. Segundo o autor, a irrigação para videiras de mesa tem sido usada em diversas regiões no mundo.

Na região da metade norte do Rio Grande do Sul (Serra e Planalto) onde ocorre ocorrência natural de altos índices pluviais durante todo o ciclo da cultura e solos com alta capacidade de retenção de água, não havendo, normalmente, a necessidade do uso de irrigação. Entretanto, na metade sul do Rio Grande do Sul (Depressão Central, Campanha e Fronteira Sul) devido à escassez de chuvas e solos com baixa capacidade de retenção de água, inúmeros produtores passaram a se interessar pela implantação de sistemas de irrigação em suas áreas. No entanto,

a irrigação é realizada pelos produtores de forma empírica, sem estabelecer correlação de quando e quanto irrigar, podendo ocasionar déficit ou excesso hídrico as plantas, afetando a produtividade da cultura (CONCEIÇÃO, 2003).

Vários métodos podem ser empregados para a irrigação da videira, dependendo das condições de solo, clima, topografia e disponibilidade de equipamentos e recursos financeiros. No Brasil, grande parte das áreas cultivadas com videiras localiza-se em regiões de topografia acidentada e em solos de textura média a arenosa, por essas razões os principais métodos de irrigação utilizados são aspersão, micro aspersão e gotejamento.

2.7 Métodos de irrigação

Segundo DASBERG & OR (1999), a irrigação por gotejamento aplica pequenas quantidades de água com alta frequência próxima ao sistema radicular das plantas, através da linha de gotejadores acima ou abaixo do solo. O diâmetro molhado do solo pode variar de acordo com a textura do solo e a vazão do sistema de irrigação, conforme a exemplifica a TABELA 1.

Tabela 1– Diâmetros molhados por gotejadores com diferentes vazões e texturas de solo.

Vazão (L.h ⁻¹)	Arenoso	Médio	Argiloso
< 1,5	0,2 m	0,5 m	0,9 m
2,0	0,3 m	0,7 m	1,0 m
4,0	0,6 m	1,0 m	1,3 m
8,0	1,0 m	1,3 m	1,7 m
12,0	1,3 m	1,6 m	2,0 m

Adaptado de KELLER & KARMELLI (1975).

A irrigação por gotejamento ocupa uma significativa porção das áreas irrigadas no mundo e está em crescimento, mas somente em áreas específicas e culturas economicamente rentáveis, pois o método possui alto custo de instalação e manutenção dos equipamentos, (DASBERG & OR, 1999).

Comparando com outros métodos de irrigação, SHRIVASTAVA et al. (1994), concluiu que gotejamento possui várias vantagens, destacando-se o aumento da

produtividade e a conservação da água. Entre as vantagens desse método estão: a economia de água, devido ao controle de sua aplicação e a redução de perdas; os menores custos com mão de obra; a não interferência dos ventos sobre a aplicação e a possibilidade de fornecimento de água por gravidade, uma vez que os gotejadores operam com baixas pressões.

Além disso, a irrigação por gotejamento reduz a incidência de doenças fúngicas nas videiras devido a não molhar a parte aérea da planta e permitir que outras práticas culturais possam ser efetuadas durante a aplicação de água.

A sua principal limitação deve-se aos possíveis problemas de entupimento dos gotejadores, existindo a necessidade da utilização de água de melhor qualidade e o uso de filtros antes da entrada da água no sistema.

2.8 Manejo da irrigação baseada na tensão de água no solo com lâmina de irrigação de referência

Nesse método, a irrigação é realizada sempre que a evapotranspiração da cultura acumulada (ETca) atinge um valor de referência que depende da tensão de água no solo, da capacidade de campo, do limite inferior de umidade e do ponto de murcha permanente.

Quanto maior a capacidade de retenção de água apresentada pelo solo, maior é o valor de ETca de referência. Quanto maior o valor de ETca de referência adotado, maior será o intervalo de irrigação.

A precipitação pluvial (P) ocorrida no intervalo entre irrigações é subtraído do valor da ETca. Quanto mais precipitação ocorrer no período, maior será o intervalo entre irrigações e menor o número de irrigações da cultura, o que representa uma economia de água e energia. Por essa razão, em regiões onde ocorre precipitações frequentes, recomenda-se utilizar intervalos com lâminas de irrigação fixas ao invés de turnos de rega fixos.

Para fins práticos, esse valor pode variar entre 10 mm, para solos com alto teor de areia e baixa capacidade de retenção de água; 20 mm para solos de textura média e 30 mm para solos argilosos que apresentam maior capacidade de armazenar água (CONCEIÇÃO, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização geográfica

O trabalho foi realizado na área experimental do setor de Fruticultura do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (latitude 29^o43'S, longitude 53^o43'W, altitude 94 m), no município de Santa Maria, região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O clima da região, segundo a classificação climática Koppen é o "Cfa"- sub-tropical úmido (MORENO, 1961).

3.2 Cultura

A cultura utilizada foi a videira (*Vitis labrusca*), variedade Vênus (FIGURA 1), uva americana para mesa com precocidade de maturação, bem adaptada para o Rio Grande do Sul, apresenta plantas vigorosas e produtivas.



Figura 1 – Cultivar Vênus utilizada no experimento. Santa Maria – RS (2010).

A variedade foi obtida por J. N. Moore e E. Brown na Universidade de Arkansas, EUA, em 1964, sendo lançada em 1977. No Brasil, foi introduzida pela Embrapa Uva e Vinho, de Bento Gonçalves, no ano de 1984 (LEÃO, 1999). As principais características do fruto são: cachos de tamanho médio, cilindro-cônicos, alados, soltos a medianamente compactos; bagas de tamanho médio, esféricas, coloração escura e sabor aframboezado; polpa mucilaginosa levemente aderida a

película, apresentando sementes de consistência macia não perceptíveis ao mastigar e mosto com teor de sólidos solúveis totais entre 16 e 17° Brix.

As plantas utilizadas no experimento apresentavam três anos de idade, foram conduzidas no sistema de latada e foram cultivadas com espaçamento de 2,5 m entre linhas de plantio e 1,5 m entre plantas.

3.3 Atributos Físico-Hídricos do solo

Para determinação da granulometria do solo foram coletadas amostras deformadas nas camadas de 0 – 10, 10 – 20 e 20 – 40 cm de profundidade em todos os blocos do experimento.

Foram coletadas amostras indeformadas com volume conhecido, nas mesmas profundidades, para determinar a densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo, e a curva característica de retenção de água no solo.

Através da curva característica de retenção de água no solo determinou-se a CC e o LI no solo para a máxima produtividade de uvas e o ponto de murcha permanente.

As amostras foram processadas nos laboratório de Física dos Solos, no laboratório de Manejo e Conservação dos Solos e no laboratório do Sistema Irriga, todos pertencentes à UFSM. Paralelamente as análises físicas, foi realizado a campo o teste de infiltração de água no solo.

3.3.1 Textura do solo

Para determinação da textura do solo utilizou-se a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). Foram retiradas amostras deformadas nas profundidades 0 – 10, 10 – 20 e 20 – 40 cm. As amostras foram processadas no Laboratório de Uso, Manejo e Conservação dos solos e no Laboratório do Sistema Irriga da UFSM.

As amostras foram secas ao ar e depois peneiradas para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Foi utilizado o método da pipeta para determinação da granulometria. Este método baseia-se na dispersão química da argila da amostra de TFSA com solução de hidróxido de sódio a 6% e na dispersão física da areia da amostra de TFSA através de agitador de oscilação horizontal. A fração argila foi

determinada pela velocidade de sedimentação, a fração areia foi determinada através de peneiras e a fração silte pela diferença da fração argila e da fração areia do total.

3.3.2 Porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo

Utilizou-se amostras de solo indeformadas coletadas com anéis de volume conhecido (3,0 cm de altura x 5,5 cm de diâmetro). Foram retiradas três amostras em cada profundidade em cada bloco do experimento.

As amostras foram saturadas por 48 horas e posteriormente colocadas na mesa de tensão do Laboratório de Uso Manejo e Conservação do Solo. As amostras foram mantidas a tensões de 10, 60 e 100 cm de coluna de água. Após as amostras serem retiradas da mesa de tensão foram colocadas para secar em estufa a 105° por 48 horas.

A macroporosidade foi determinada pela equação:

$$Ma = [(MS_{sat} - MS_{60cm}) / Vc] \times 100 \quad (1)$$

Considerando:

Ma = macroporosidade (%)

MS_{sat} = massa de solo saturado por 48 horas (g)

MS_{60cm} = massa de solo após 48 horas na mesa de tensão a 60cm de sucção de coluna de água (g)

Vc = volume do cilindro (cm³)

A microporosidade corresponde a classe de diâmetro de poros que retém água quando se aplica uma coluna de água de 60 cm na mesa de tensão. Foi determinada pela equação:

$$Mi = [(MS_{60cm} - MSS) / Vc] \times 100 \quad (2)$$

Considerando:

Mi = microporosidade (%)

MS_{60cm} = massa de solo após 48 horas na mesa de tensão a 60cm de sucção de coluna de água (g)

MSS = massa de solo seco estufa a 105° por 48 horas (g)

Vc = volume do cilindro (cm³)

A porosidade total foi calculada através da equação:

$$Pt = 100 - (Ma + Mi) \quad (3)$$

Considerando:

Pt = porosidade total (%)

Ma = macroporosidade (%)

Mi = microporosidade (%)

A densidade do solo foi determinada através da metodologia proposta pela EMBRAPA (1979). O cálculo da densidade do solo foi realizado através da equação:

$$Ds = Mss / Vc \quad (4)$$

Considerando:

Ds = densidade do solo (g.cm⁻³)

MSS = massa de solo seco em estufa a 105° por 48 horas (g)

Vc = volume do cilindro (cm³)

3.3.3 Curva característica de retenção de água no solo, capacidade de campo, limite inferior de umidade e ponto de murcha permanente

Para determinação da curva característica de água no solo foram retiradas amostras de solo indeformadas coletadas com anéis de volume conhecido (3,0 cm de altura x 5,5 cm de diâmetro) seguindo a mesma metodologia utilizada para coleta das amostras utilizadas para determinação da macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo. Foram retiradas três amostras em cada profundidade em cada bloco do experimento. Para determinação da curva característica de retenção de água no solo foi utilizada a estrutura do Laboratório do Sistema Irriga da UFSM.

Da mesma forma que as amostras utilizadas para determinação da macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo, as amostras foram saturadas por 48 horas e posteriormente colocadas na mesa de

tensão. As amostras foram mantidas a tensões de 10 e 60 cm de coluna de água. Posteriormente foram submetidas a tensões de 33 e 100 KPa na panela de pressão. Depois foram para o “dewpoint potentiometer” WP4 (DECAGON, 2000) onde foram submetidas a tensões 500 e 1500 KPa e analisadas através de equações.

Após a passagem das amostras por cada uma das tensões, foram pesadas para determinação da umidade gravimétrica. Por último, foram secas na estufa de secagem a 105°C segundo a metodologia proposta por LIBARDI (1995).

A CC, o LI no solo e o ponto de murcha permanente foram estimados a partir da curva característica de retenção de água no solo. Estimou-se que o valor da CC é o valor da umidade volumétrica no ponto 10 KPa (60 cm de coluna de água na mesa de tensão), o LI no ponto 33 KPa e o ponto de murcha permanente no ponto 1500 KPa.

3.3.4 Infiltração de água no solo

O teste de infiltração de água no solo foi realizado através do método do duplo anel concêntrico (FIGURA 2), metodologia proposta pela EMBRAPA (1997); foram realizadas três repetições. O anel maior possui 40 cm e 10 cm de diâmetro e altura respectivamente, o anel menor possui 20 cm e 15 cm de diâmetro e altura respectivamente.



Figura 2 – Determinação da infiltração de água no solo, metodologia do duplo anel concêntrico. Santa Maria – RS (2010).

Inseriu-se primeiramente o anel maior, após o anel menor no solo até que estivessem na mesma altura. O anel menor foi inserido na posição central ao anel maior. Os anéis maior e menor foram introduzidos, respectivamente 5 e 10 cm no solo.

Foi utilizado um tubo de PVC de 150 mm de diâmetro como reservatório de água. O tubo de PVC era graduado em intervalos de 10 mL visualizados através de mangueira de silicone transparente fixada a ele. Em cada extremidade do tubo estava fixado um registro de esfera de ½ polegada para o controle das entradas e saídas de água. O tubo de PVC foi suspenso por um tripé de ferro.

O registro inferior permaneceu aberto no centro do anel menor para manter uma lâmina de água constante com carga hidráulica de 4 cm de altura. No anel maior a lâmina foi mantida constante, com a mesma carga hidráulica do anel menor, manualmente com auxílio de galões de água. A lâmina do anel maior deve ser mantida para assegurar que o processo de infiltração do anel menor ocorra prioritariamente no sentido vertical.

As leituras foram realizadas nos tempos de 0, 5, 10, 15, 20, 30, 60, 90 e 120 minutos após o início do teste. Os dados observados foram computados e convertidos à taxa de infiltração correspondente e ajustadas pelos modelos de Kostiakov e Horton (BERNARDO et al., 2005, BRANDÃO et al., 2002).

3.4 Práticas culturais

Os tratos culturais realizados no experimento foram os mesmos aplicados na área total das videiras do Colégio Politécnico seguindo o programa de manejo estabelecido pelo responsável do setor de fruticultura do Colégio Politécnico, não houve diferença de tratos culturais entre os tratamentos. Somente o que diferiu entre um tratamento e outro foi o manejo da irrigação através do uso de diferentes lâminas de irrigação aplicadas.

3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso conforme NOGUEIRA (1994). Foram aplicados cinco tratamentos com quatro repetições no experimento (QUADRO 1).

BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BLOCO 4
T 2	T 1	T 2	T 4
T 4	T 5	T 4	T 1
T 1	T 3	T 1	T 2
T 3	T 4	T 5	T 3
T 5	T 2	T 3	T 5

Quadro 1 – Croqui da distribuição dos tratamentos adotados no experimento

Foram utilizados quatro canteiros da área experimental, cada canteiro representou um bloco com cinco tratamentos, perfazendo um total de 20 unidades experimentais. Cada unidade experimental tinha de 4,5 m² de área com três plantas espaçadas em 1,5 m dentro da linha e abrangendo 1,0 m entre as linhas de plantio. Utilizou-se bordadura com duas plantas entre um tratamento e outro. A aplicação dos tratamentos iniciou no dia 01 de outubro de 2010 e foi encerrada no dia 01 de janeiro de 2011.

3.6 Sistema de irrigação

A irrigação dos canteiros foi realizada através de um sistema de irrigação por gotejamento utilizando linhas independentes de gotejadores de polietileno para cada tratamento. O reservatório de água localizou-se a montante da área experimental e a água foi conduzida por gravidade até a área, através de mangueira de polietileno. Na entrada do experimento foi instalada uma torneira que acionava todos os tratamentos e um manômetro para a medida de pressão de serviço (FIGURA 3). Após a torneira, foram instalados quatro registros de esfera que acionavam independentemente os tratamentos (FIGURA 3). Foi utilizada pressão de serviço de 12 a 22 m.c.a. e vazão de 4,5 a 6,3 mm.h⁻¹ variando de acordo com o número de registros abertos no momento da irrigação. As linhas de gotejadores mediram 4,5 m de comprimento e os gotejadores espaçados em 50 cm aplicaram a lâmina de água em toda a circunferência das raízes. Foi utilizada uma linha de gotejadores para

cada fileira de plantas. A linha gotejadora estava situada na parte mais alta do camalhão.



Figura 3 – Vista geral do experimento: a) acionamento do sistema de irrigação através de uma torneira e medida da pressão de serviço através de manômetro; b) acionamento independente dos tratamentos através de registros de esfera

Antes de ser realizada a primeira irrigação, foi realizado um teste para medir a pressão de serviço e a vazão do sistema com proveta graduada (FIGURA 4) quando cada tratamento estivesse aberto.



Figura 4 – Teste de vazão do sistema com proveta graduada: a) enchimento do becker abaixo do gotejador; b) enchimento da proveta graduada com o volume coletado no gotejador

Quando todos (quatro) os registros estavam abertos, a pressão de serviço era de 12 m.c.a. e a vazão do sistema era de $4,5 \text{ mm.h}^{-1}$. Quando o primeiro registro era fechado, permanecendo 3 registros abertos, a pressão de serviço passava para 15 m.c.a. e vazão para $5,4 \text{ mm.h}^{-1}$. Quando o segundo registro era fechado, permanecendo 2 registros abertos e 2 fechados a pressão de serviço passava para 18 m.c.a. e a vazão para $5,7 \text{ mm.h}^{-1}$. Quando o terceiro registro era fechado,

restando apenas 1 registro aberto, a pressão de serviço passava para 21 m.c.a. e vazão para $6,3 \text{ mm.h}^{-1}$ (FIGURA 5).

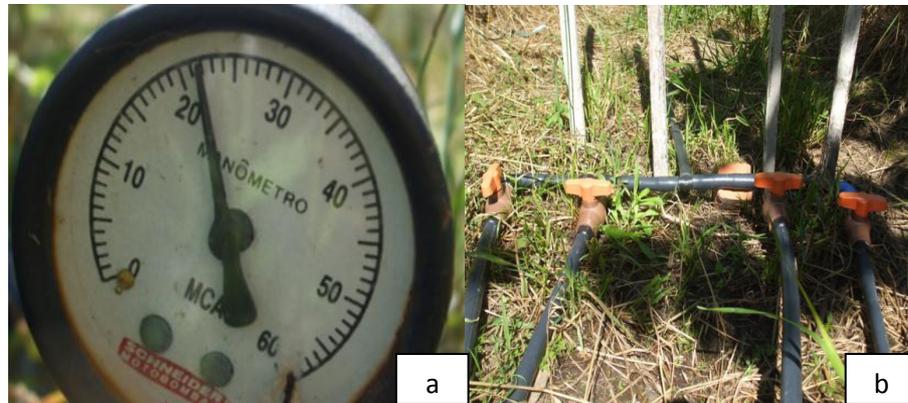


Figura 5 – Conferência da pressão de serviço; a) pressão de serviço no manômetro; b) quando T2, T3, T4 fechados e T5 aberto.

Sempre que foram abertos os registros para realização das irrigações foi conferida a pressão de serviço no manômetro (FIGURA 6) e a vazão do sistema com proveta graduada. Todas as irrigações foram realizadas com a mesma vazão e pressão de serviço que o teste inicial realizado.

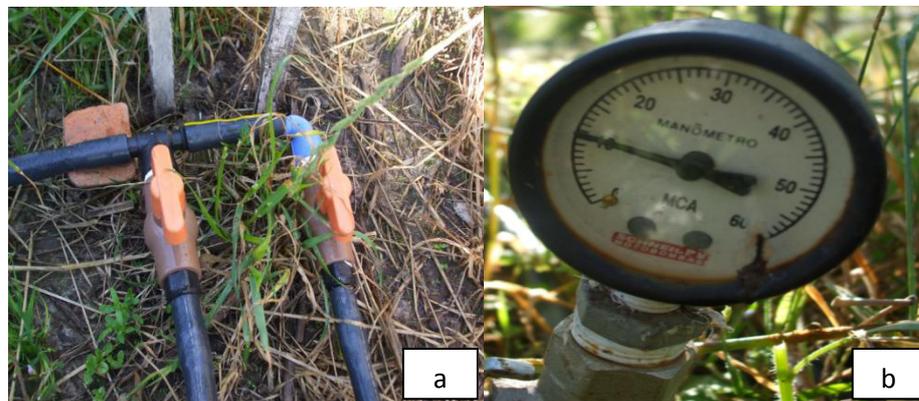


Figura 6 – Conferência da pressão de serviço: a) registros abertos; b) pressão de serviço no manômetro

3.7 Manejo da irrigação

O manejo da irrigação foi baseado na lâmina de irrigação de referência.

3.7.1 Determinação da lâmina de irrigação de referência

A determinação da lâmina de irrigação de referência foi baseada na curva característica de retenção de água no solo. A umidade volumétrica do solo na CC foi correspondente a 10 KPa de tensão de água no solo. A umidade volumétrica do solo para o LI foi correspondente a 33 KPa de tensão de água no solo.

A lâmina líquida de irrigação de referência a ser aplicada foi calculada de acordo com a expressão:

$$LL = (CC - LI) \times p \times 1.000 \quad (5)$$

Considerando:

LL = lâmina líquida de irrigação de referência (mm)

CC = capacidade de campo (cm.cm^{-1}) (umidade volumétrica no ponto 6 KPa da curva característica de retenção de água no solo)

LI = limite inferior de umidade (cm.cm^{-1}) (umidade volumétrica no ponto 33 KPa da curva característica de retenção de água no solo)

p = profundidade efetiva do sistema radicular (0,4 m)

O valor da umidade volumétrica foi $0,36 \text{ cm.cm}^{-1}$ na CC e $0,30 \text{ cm.cm}^{-1}$ no LI. Portanto, a lâmina líquida de irrigação de referência estimada para manter a umidade do solo entre os valores de CC e LI foi de 24,0 mm. Entretanto, como o sistema de irrigação apresenta 95% de eficiência, a lâmina foi corrigida de acordo com a seguinte expressão:

$$LB = LL/Ea \quad (6)$$

Considerando:

LL = lâmina líquida de irrigação de referência (mm)

LB = lâmina bruta de irrigação de referência (mm)

LL = lâmina líquida de irrigação de referência (mm)

Ea = eficiência de aplicação (0,95)

Determinou-se que a lâmina bruta de irrigação de referência a ser aplicada era de 25 mm. Essa lâmina elevou o solo do seu LI a sua CC.

3.7.2 Tratamentos aplicados

Os tratamentos aplicados foram:

T1 – testemunha sem irrigação (0 mm)

T2 – equivalente a 50% da lâmina bruta de irrigação de referência (12,5 mm)

T3 – equivalente a 75% da lâmina bruta de irrigação de referência (18,75 mm)

T4 – equivalente a 100% da lâmina bruta de irrigação de referência (25 mm)

T5 – equivalente 125% da lâmina bruta de irrigação de referência (31,25mm)

3.7.3 Tempo de aplicação dos tratamentos

O tempo de duração da irrigação para cada tratamento calculado em função da vazão do sistema de irrigação foi determinado conforme a seguinte expressão:

$$TI = LB/q \quad (7)$$

Considerando:

LB = lâmina bruta de irrigação para cada tratamento (mm)

TI = tempo de irrigação (horas)

q = vazão do sistema de irrigação (mm.h⁻¹)

O tempo de irrigação para cada tratamento foi:

T1 (0 mm) – sem irrigação

T2 (12,5 mm)– 2 h e 45 min

T3 (18,75 mm) – 3 h e 55 min

T4 (25 mm)– 5 h

T5 (31,25 mm) – 6 h

3.7.4 Momento da irrigação

O consumo de água foi determinado seguindo o monitoramento diário dos dados meteorológicos e o cálculo diário da ETo. A ETo foi calculada pelo método de Penman-Monteith. Os dados meteorológicos foram obtidos diariamente de hora em hora na estação meteorológica do Departamento de Fitotecnia da Universidade

Federal de Santa Maria vinculada ao Instituto Nacional de Meteorologia, disponível na rede mundial de computadores, no site www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php estação Santa Maria-RS. Os dados coletados foram: temperatura, ponto de orvalho, precipitação, velocidade do vento, umidade relativa do ar, radiação solar e insolação diária.

A ET_c diária foi calculada multiplicando-se o valor diário da ET_o pelo K_c, segundo a expressão:

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (8)$$

Os valores de K_c utilizados, adaptados de SOARES et al. (2003), TEIXEIRA et al. (2003) e CONCEIÇÃO (2001) foram:

Outubro: 0,8 – desenvolvimento vegetativo e florescimento

Novembro: 1,0 – florescimento e desenvolvimento do fruto

Dezembro: 0,8 – crescimento e maturação de bagas

A irrigação foi realizada sempre que a ET_{ca} atingiu ou se aproximou do valor da lâmina de referência (25 mm) e/ou o teor de água no solo se aproximou do limite inferior de umidade. A precipitação pluviométrica ocorrida no intervalo entre irrigações foi descontada do valor da ET_{ca} e acrescentada no teor de água no solo.

3.8 Parâmetros avaliados

Foram avaliados parâmetros relacionados a planta, ao fruto e aos atributos físico-químicos do mosto. Os parâmetros avaliados foram: produtividade, número de cachos.planta⁻¹, peso do cacho, comprimento e largura do cacho, número de bagas .cacho⁻¹, peso de cinco bagas, diâmetro de bagas, peso do engaço, potencial hidrogeniônico, teor de sólidos solúveis totais. Todas as avaliações foram realizadas após a colheita dos frutos.

A colheita (FIGURA 7) foi realizada individualmente em cada planta e os cachos colhidos foram transportados em caixas de colheita individuais para cada planta até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Colégio Politécnico da UFSM onde foram pesadas. Posteriormente, foram realizadas as análises e calculadas as médias.



Figura 7 – Colheita da uva (Colégio Politécnico da UFSM - Santa Maria-RS dezembro de 2010)

3.8.1 Parâmetros da planta

Os parâmetros da planta avaliados foram: produtividade (Kg.ha) e número de cachos.planta⁻¹.

3.8.1.1 Produtividade

A determinação da produtividade foi realizada aferindo-se o peso da caixa de colheita contendo os frutos em balança de precisão. Descontando-se o peso da caixa de colheita sem os frutos, obteve-se o peso de frutos.planta⁻¹.

Conhecido o espaçamento adotado no experimento de 1,5 m entre plantas e 2,5 m entre linhas, estima-se que o número de plantas.ha⁻¹ é 2.667. Portanto, para obter a produtividade por hectare, foi realizada a conversão dos resultados obtidos por planta e extrapolado para um hectare.

3.8.1.2 Número de cachos.planta⁻¹

Foi contado o número de cachos de todas as plantas (FIGURA 8) e realizada a média dos tratamentos.



Figura 8 – Contagem do número de cachos.planta⁻¹ (Colégio Politécnico da UFSM - Santa Maria-RS dezembro de 2010)

3.8.2 Parâmetros dos cachos

A cultivar utilizada no experimento é destinada ao consumo in natura, portanto é importante avaliar não apenas a produtividade, mas também a qualidade dos frutos colhidos, pois o valor de mercado pago é maior para cachos mais pesados, maiores e bem formados.

3.8.2.1 Peso do cacho

Um parâmetro importante para determinar a qualidade do cacho e conseqüentemente um melhor valor de mercado pago por este, é o peso do cacho. Todos os cachos de cada planta foram pesados individualmente em balança de precisão. Posteriormente foi realizada a média por tratamento.

3.8.2.2 Dimensões do cacho (comprimento e largura)

Outro importante parâmetro para determinar a qualidade do cacho é a sua dimensão, para isso foram determinados o comprimento e a largura dos cachos (FIGURA 9). Todos os cachos colhidos tiveram seu comprimento e largura medidos através de fita métrica. Posteriormente foi realizada a média por tratamento.



Figura 9 – Medição dos cachos de uva com fita métrica. (Colégio Politécnico da UFSM - Santa Maria-RS dezembro de 2010)

3.8.2.3 Número de bagas.cacho⁻¹

Foram contadas as bagas de cinco cachos retirados aleatoriamente de cada planta e realizada a média por tratamento.

3.8.2.4 Peso do engaço

Após a contagem do número de bagas.cacho⁻¹, foi realizada a pesagem do engaço e calculada a média por tratamento.

3.8.2.5 Peso de cinco bagas

Outros parâmetros importantes no momento da comercialização são o peso e o diâmetro das bagas, visto que quanto maiores e mais pesadas mais atraem o consumidor. Foram retiradas aleatoriamente cinco bagas dos cachos utilizados para a contagem do número de bagas.cacho⁻¹ e realizada a pesagem da amostra. Posteriormente foi realizada a média por tratamento.

3.8.2.6 Diâmetro de bagas

O diâmetro de bagas foi medido com paquímetro digital utilizando a mesma amostra usada para peso de 5 bagas. Posteriormente foi realizada a média por tratamento.

3.8.3 Parâmetros físico-químicos dos frutos

Após a realização da pesagem das 5 bagas e medição do diâmetro das bagas, foi realizado o esmagamento manual destas 5 bagas para formação de uma amostra (suco) para determinação do teor de sólidos solúveis totais (SST) e do potencial hidrogeniônico (pH). Esta amostra foi acondicionada em becker de 50 ml.

3.8.3.1 Teor de sólidos solúveis totais

A determinação do teor de SST foi obtida por refratometria, utilizando refratômetro manual (FIGURA 10). A leitura foi realizada na amostra (suco) e o resultado é expresso em graus BRIX.



Figura 10 – Refratômetro para determinação do teor de SST (Colégio Politécnico da UFSM - Santa Maria-RS dezembro de 2010)

3.8.3.2 Potencial hidrogeniônico

A determinação do pH foi realizada com utilização da mesma amostra para determinação do teor de SST, introduzindo-se o sensor de leitura de pH (peagâmetro digital) (FIGURA 11).



Figura 11 – Medição do pH do mosto, leitura com peagâmetro digital (Colégio Politécnico da UFSM - Santa Maria-RS dezembro de 2010)

3.9 Análise estatística

Os resultados obtidos nas determinações foram submetidos à análise de variância e de regressão, por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000), a fim de realizar a comparação entre as lâminas de irrigação sobre as características avaliadas, com intervalo de confiança de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Atributos Físico-Hídricos do Solo

4.1.1. Textura do solo

A partir dos valores obtidos para caracterização granulométrica do solo em que o experimento foi instalado, apresentados na TABELA 2, e confrontado com o triângulo textural, conclui que trata-se de um solo de classe granulométrica franco siltosa.

Tabela 2 – Valores da granulometria do solo (Laboratório de Solos da UFSM – Santa Maria-RS, abril de 2010)

Granulometria	%
Areia	28,35
Silte	61,65
Argila	10
Classe de solo	Textura franco siltosa

4.1.2 Porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo

Os resultados médios encontrados para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo estão apresentados na TABELA 3.

Tabela 3 – Resultados médios de macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo (Laboratório de Solos da UFSM – Santa Maria-RS, abril de 2010)

Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade total	Densidade do solo
18%	38%	44%	1,3g.cm ⁻³

4.1.3 Curva característica de retenção de água no solo, capacidade de campo, limite inferior de umidade e ponto de murcha permanente

A curva característica de retenção de água no solo é expressa em função do potencial matricial (LIBARDI, 1995). A média entre as 4 repetições (blocos) é apresentada no GRÁFICO 1. A capacidade de campo, o limite inferior de umidade e o ponto de murcha permanente foram estimados, respectivamente nos pontos 10, 33 e 1500 KPa da curva (CONCEIÇÃO, 2005; MELLO et al., 2002).

A CC, o LI e o PMP estimados para o solo da unidade experimental foram respectivamente 0,36, 0,30 e 0,18 cm⁻³.

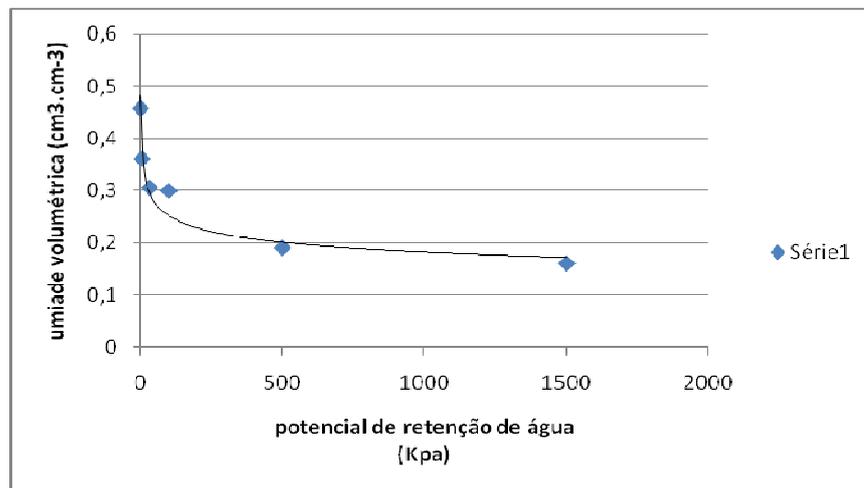


Gráfico 1 – Potencial de retenção de água no solo (Laboratório de Solos da UFSM – Santa Maria-RS, abril de 2010)

4.1.4 Infiltração de água no solo

A média da infiltração acumulada (GRÁFICO 2) e da taxa de infiltração (GRÁFICO 3) encontrada nas quatro repetições (blocos) estão apresentadas na forma de gráficos.

Os valores da infiltração acumulada expressam a quantidade total de água acumulada, que aumenta com o decorrer o tempo.

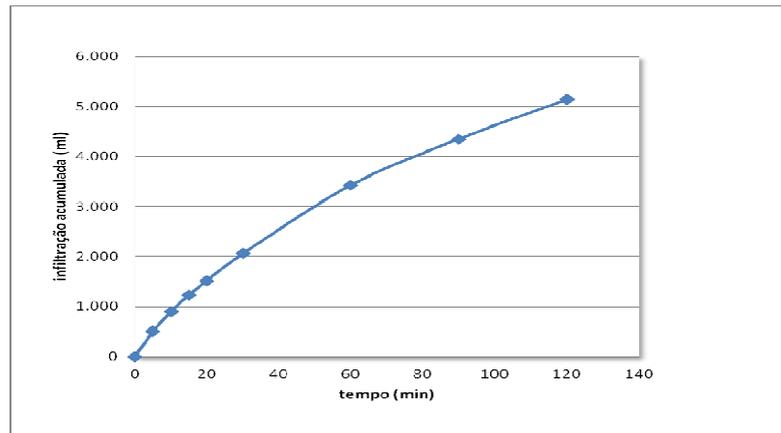


Gráfico 2 – Média da infiltração acumulada (Laboratório de Solos da UFSM – Santa Maria-RS, abril de 2010)

A infiltração de água no solo é influenciada pela umidade do solo no início do teste e pela textura, estrutura, porosidade e presença de camada superficial impermeável.

O cultivo das videiras foi realizado sobre camalhões. Devido ao revolvimento do solo e a presença de fendas, este solo apresenta uma alta taxa de infiltração.

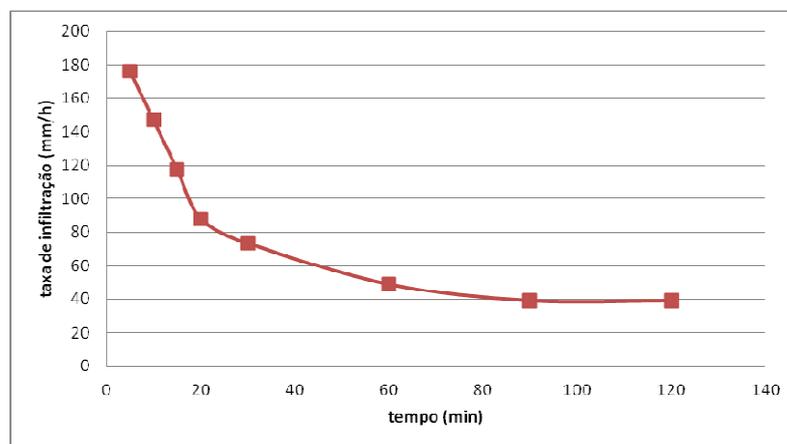


Gráfico 3 – Taxa de infiltração no solo (Laboratório de Solos da UFSM – Santa Maria-RS, abril de 2010)

A taxa de infiltração apresenta valores elevados no início do teste, diminuindo no decorrer do tempo e apresentando tendência a estabilizar, atingindo um valor quase constante denominado taxa básica de infiltração. Segundo SILVA & KATO (1997), solos de textura grossa, arenosos, possuem maior quantidade de

macroporos e apresentam maior taxa de infiltração. Segundo BRANDÃO et al. (2002), quanto maior a densidade do solo, menor será a porosidade total e a macroporosidade, conseqüentemente menor será a taxa de infiltração. A taxa de infiltração encontrada (42 mm.h^{-1}) foi bastante superior a vazão do sistema de irrigação, entre $4,5$ e $6,3 \text{ mm.h}^{-1}$, portanto não apresenta problemas relacionados a escoamento superficial. SIMÕES et al. (2005), encontraram valores de taxa básica de infiltração muito próximos a estes, 42 mm.h^{-1} para Latossolo e $57,68 \text{ mm.h}^{-1}$ para Cambissolo.

4.2 Evapotranspiração

A evapotranspiração foi calculada através do método de Penman-Monteith. Para este cálculo foi necessário determinar alguns parâmetros climáticos.

4.2.1 Parâmetros Climáticos

O clima é influenciado por fatores como latitude, altitude e época do ano. Os principais elementos climáticos que interferem no crescimento e desenvolvimento da videira e determinam a necessidade hídrica, a produtividade e a qualidade dos frutos são a radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e precipitação. Os dados foram coletados na estação meteorológica da UFSM e estão disponíveis na rede mundial de computadores em www.inmet.gov.br/estacoesautomaticas. Estes dados foram utilizados para calcular a evapotranspiração acumulada durante o experimento através do método de Penman-Monteith.

4.2.1.1 Radiação Solar

A radiação solar é fonte de energia para o processo de evapotranspiração, atuando no processo de fotossíntese e influenciando a produtividade e qualidade da videira (ALLEN et al., 1998; SMART, 1985).

A latitude, altitude, declinação solar e a quantidade de nuvens interferem diretamente na quantidade e intensidade da radiação solar. Os valores referentes à radiação solar, registrados na estação meteorológica no período do experimento e

utilizados para o cálculo da evapotranspiração de referência através do método de Penman-Monteith, são apresentados no GRÁFICO 4.

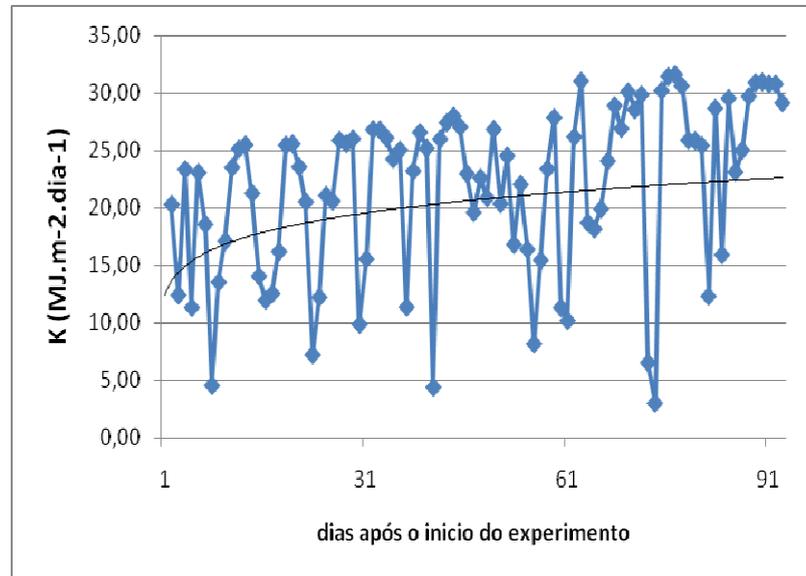


Gráfico 4 – Radição solar diária medida na estação meteorológica no período do experimento (01/10/2010 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010.

A videira é uma cultura bastante exigente em luz, requerendo elevada insolação durante o período vegetativo e reprodutivo. Os valores encontrados durante o período do estudo foram determinantes para uma boa média geral dos componentes de rendimento e produtividade. A radiação solar média encontrada no período do experimento foi de $21,99 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. Os dias em que ocorreram maiores valores de radiação solar foram os dias quentes e ensolarados, os quais foram determinantes para elevados valores de evapotranspiração. A radiação solar máxima encontrada foi de $31,62 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ aos 75 dias após o início do experimento. Os dias que acumularam menores valores de radiação solar foram aqueles em que ocorreram precipitações e conseqüentemente baixos valores de evapotranspiração. A radiação solar mínima encontrada foi de $2,97 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ aos 72 dias após o início do experimento.

Analisando a GRÁFICO 4 verifica-se uma tendência de aumento da radiação solar ocasionada pela proximidade da mudança de estação climática, da primavera para o verão.

4.2.1.2 Temperatura

A temperatura representa um dos fatores climáticos que exerce grande influência no cultivo de videiras, interferindo na atividade fotossintética, uma vez que envolve reações bioquímicas, cujos catalisadores dependem da temperatura. Os valores de temperatura média ocorrida no período do experimento são apresentados no GRÁFICO 5

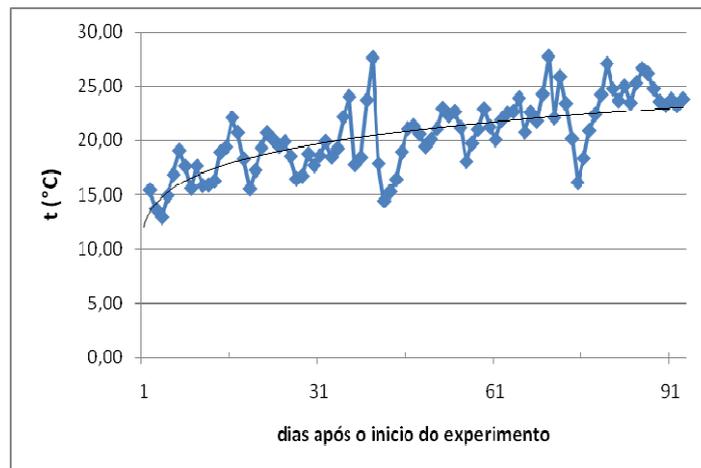


Gráfico 5 – Registro da temperatura média diária na estação meteorológica no período do experimento (01/10/10 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010.

Segundo COSTACURTA & ROSELLI (1980), a faixa ideal de temperatura média considerada para atingir o desenvolvimento pleno da videira de mesa situa-se entre 20 e 30^o C. A temperatura média registrada durante o período do experimento foi de 20,4^o C, portanto dentro da faixa considerada ideal para a cultura.

A videira tem o desenvolvimento prejudicado com temperaturas inferiores a 15^o C e superiores a 30^o C. Temperaturas abaixo de 10^o C prejudicam o desenvolvimento da videira e temperatura dentro do limite ideal aumentam a concentração de açúcares (WINKLER, 1974; TEIXEIRA et al., 2003). No início do experimento foram registrados 3 dias com temperaturas médias diárias inferiores a 15^o C, sendo a mínima encontrada 12,91^o C. Durante todo o experimento não ocorreram temperatura médias diárias superiores a 30^o C, a maior temperatura média encontrada foi de 27,77^o C aos 68 dias após o início do experimento. Portanto, as temperaturas médias máximas e mínimas ocorridas no período do

experimento favoreceram o desenvolvimento da cultura, bem como a produtividade e os componentes do rendimento.

4.2.1.3 Umidade relativa do ar

Valores elevados de umidade relativa do ar (U.R.) proporcionam ramos mais vigorosos, entretanto, favoreceram doenças fúngicas resultando em inúmeras aplicações de defensivos (MOTA, 1974). Os valores referentes à umidade relativa do ar registrados na estação meteorológica no período do experimento e utilizados para o cálculo da ETo através do método de Penman-Monteith são apresentados no GRÁFICO 6.

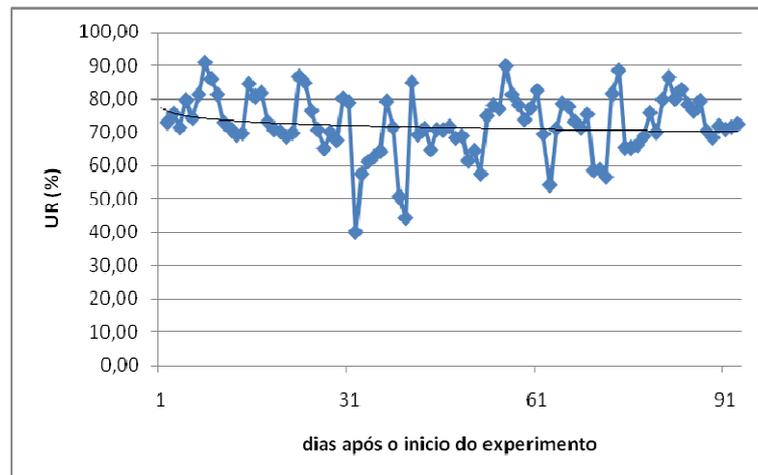


Gráfico 6 – Média da umidade relativa do ar medida na estação meteorológica no período do experimento (01/10/2010 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010.

A umidade relativa do ar média diária durante o período do experimento foi de 73,14%. As máximas e mínimas foram de 90,88 e 39,92, respectivamente aos 4 e 30 dias após o início do experimento. Analisando o gráfico acima verifica-se uma tendência de diminuição da umidade relativa do ar ocasionada pela proximidade da mudança de estação climática, da primavera para o verão.

4.2.1.4 Velocidade do vento

Ventos fortes representam grande problema para o cultivo de uvas de mesa provocando danos físicos nas plantas, causando a quebra de ramos, o abortamento

de flores, além de prejudicar a qualidade dos frutos. Os valores referentes a velocidade do vento, registrados na estação meteorológica e utilizados para o cálculo da ETo são apresentados no GRÁFICO 7.

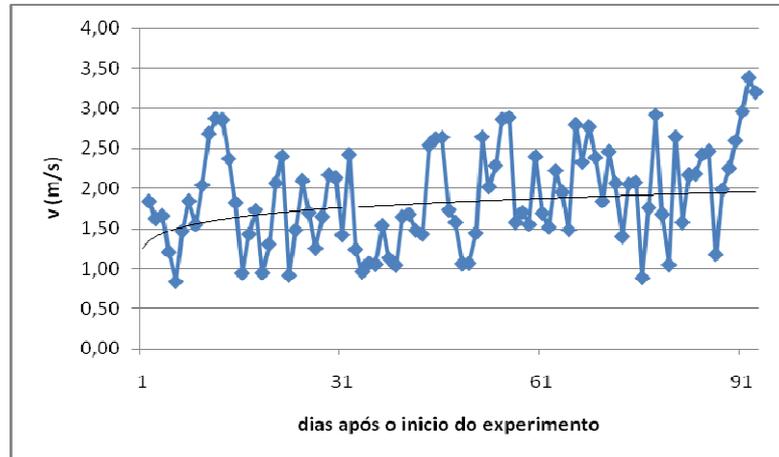


Gráfico 7 – Velocidade média do vento medida na estação meteorológica no período do experimento (01/10/2010 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010.

A média da velocidade do vento média diária durante o período do experimento foi de $1,9 \text{ m.s}^{-1}$. A maior velocidade do vento média diária encontrada durante o período do experimento foi de $3,38 \text{ m.s}^{-1}$ aos 87 dias após o início do experimento. A menor velocidade do vento média diária encontrada durante o período do experimento foi de $0,83 \text{ m.s}^{-1}$ aos 4 dias após o início do experimento. Não ocorreram ventos muito fortes durante o período do experimento, o que foi determinante para boa qualidade dos frutos.

4.2.1.5 Precipitação Pluviométrica

A precipitação pluviométrica é fator determinante na produtividade da videira. Os valores registrados na estação meteorológica durante o período do experimento são apresentados no GRÁFICO 8

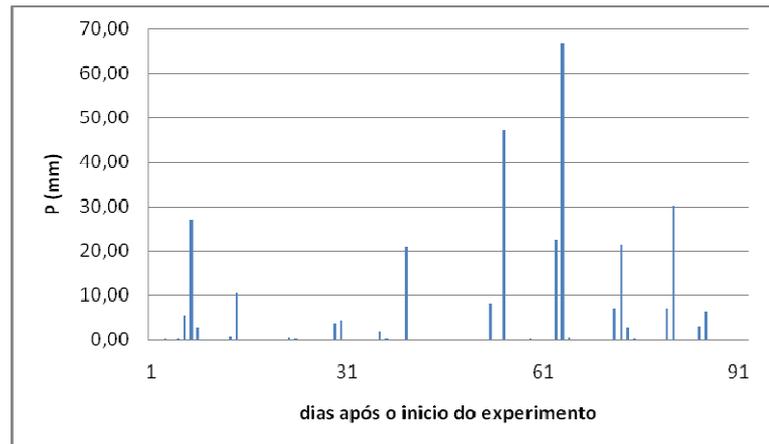


Gráfico 8 – Precipitação pluviométrica medida na estação meteorológica no período do experimento (01/10/2010 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010.

Durante o período do experimento ocorreram sete eventos de precipitações pluviométricas significativas que contribuíram para o bom desenvolvimento da cultura. Esses eventos ocorreram 8, 40, 55, 62, 64, 73 e 81 dias após o início das determinações climáticas do experimento. A precipitação acumulada no período foi de 301,4 mm. Entretanto, durante alguns períodos ocorreu déficit hídrico fazendo necessário o uso de irrigações para suprir a demanda hídrica.

A precipitação pluviométrica varia de 500 a 1200 mm.ciclo⁻¹ e tem efeito direto no crescimento e desenvolvimento da videira (poda e maturação) e na qualidade dos frutos, sua deficiência acarreta em redução de produtividade e períodos excessivamente nublados e com chuva na maturação afetam o acúmulo de açúcares e a coloração das bagas.

Segundo TEIXEIRA e AZEVEDO (1996), a deficiência de precipitação pode afetar o crescimento de bagas e reduzir o tamanho dos frutos. Segundo SERMAN et al. (2004), quando ocorre restrição hídrica, ocorre diminuição do número de cachos.planta⁻¹, entretanto não ocorre diferença significativa no teor de sólidos solúveis totais.

4.2.2 Evapotranspiração de Referência

No GRÁFICO 9 são apresentados os valores da ETo diária calculados através da equação de Penman-Monteith com base nos parâmetros climáticos obtidos na estação meteorológica.

A equação de Penman-Monteith é definida como:

$$ET_0 = \{0,409 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot [900/(T+273)] \cdot V \cdot (e_s - e)\} / \Delta + \gamma (1 + 0,34 V) \quad (9)$$

Considerando:

ET₀ = Evapotranspiração de referência

R_n = Radiação líquida

G = Fluxo de calor no solo

T = temperatura média do ar

V = velocidade média do vento

(e_s - e) = déficit de pressão de vapor

Δ = curva de pressão de vapor

γ = constante psicométrica

900 = fator de conversão

273 = fator de conversão

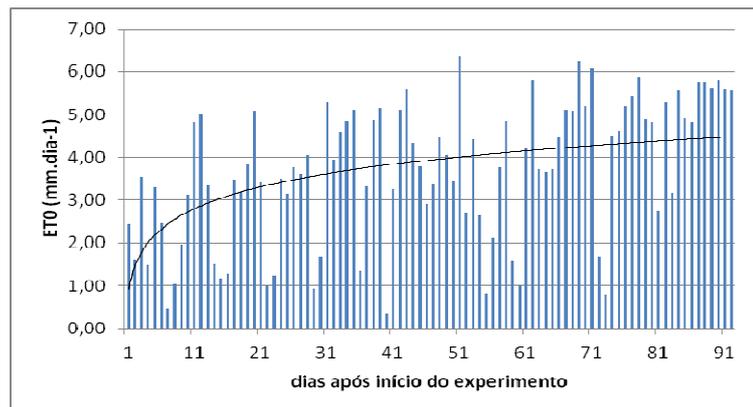


Gráfico 9 – ETo diária calculada pelo método de Penman-Monteith no período do experimento (01/10/2010 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010.

A menor ETo observada foi de 0,36mm, 40 dias após o início do experimento, dia em que ocorreu 22 mm de precipitação pluviométrica. A maior ETo observada foi de 6,38 mm, 51 dias após o início do experimento. Os menores valores de ETo observados ocorreram em dias nublados e com chuvas, e os maiores valores de ETo ocorreram em dias quentes e ensolarados. A ETo medida durante todo o experimento foi de 3,7 mm.dia⁻¹ e a ETo acumulada no período foi de 340 mm.

Os valores aproximam-se dos resultados encontrados por ÁVILA NETTO (1997), que encontraram 332,8 mm de consumo de água pela cultura da videira, variedade Itália, irrigada por gotejamento na região do submédio São Francisco durante o ciclo de desenvolvimento da cultura.

De acordo com WINKLER et al. (1974), para parreirais californianos, as necessidades hídricas anuais da cultura variam entre 400 e 1.200 mm, dependendo do clima, duração do ciclo fenológico, cultivar utilizada, estrutura e profundidade do solo, práticas culturais, espaçamento e largura das fileiras e altura da cultura. DOOREMBOS & KASSAM (1979) afirmaram que, de maneira geral, os requerimentos hídricos variam de 500 a 1200 mm, dependendo do clima, do solo, da variedade e do manejo. Entretanto, o consumo hídrico do ciclo vegetativo da uva de mesa varia entre 310 mm e 485 mm (BUCKS et al., 1985; EVANS et al., 1993).

4.2.3 Evapotranspiração da cultura

No GRÁFICO 10 são apresentados os valores da ETc diária calculados através da equação:

$$ETc = ETo \times Kc \quad (10)$$

Considerando:

Kc = coeficiente da cultura

ETc = evapotranspiração da cultura

ETo = evapotranspiração de referência

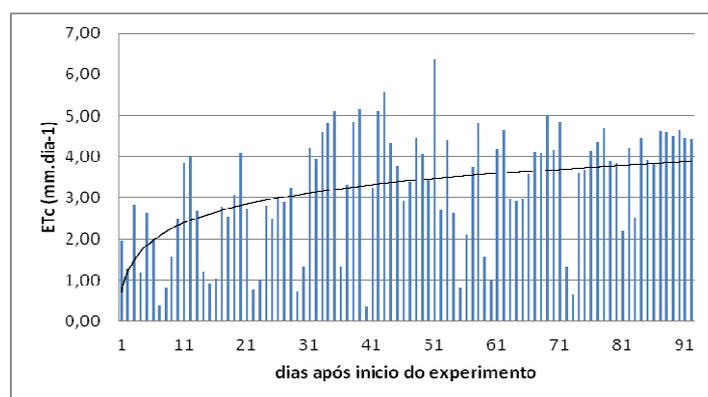


Gráfico 10 – ETc diária, calculados com os valores de Kc da videira no período do experimento (01/10/2010 a 01/01/2011), Santa Maria, RS, 2010.

Confrontando e analisando os GRÁFICO 8 e 10, a menor ETc observada foi de 0,36mm, 40 dias após o início do experimento. A maior ETc observada foi de 6,38 mm, 51 dias após o início do experimento. Os menores valores de ETc

observados ocorreram em dias nublados e com chuvas, e os maiores valores de ETc ocorreram em dias quentes e ensolarados. A ETc média medida durante todo o experimento foi de 3,2 mm.dia⁻¹ e a ETc acumulada no período foi de 294 mm. Portanto, foi menor que a precipitação ocorrida no período, entretanto, como a precipitação ocorreu de maneira desuniforme, fez-se necessário o uso de irrigações.

Os valores são próximos aos encontrados por CONCEIÇÃO & MANDELLI (2007), que encontraram valores médios de ETo (mm.dia⁻¹) para a região da Serra Gaúcha: no mês de outubro 3,1 mm.dia⁻¹, em novembro 3,8 mm.dia⁻¹ e dezembro 4,1 mm.dia⁻¹.

O uso da água por um vinhedo varia conforme o estágio de desenvolvimento da cultura. No início da fase de crescimento, observa-se uma baixa demanda, devido à menor área foliar das plantas. Nesse período as maiores perdas de água devem-se à evaporação da água do solo. Ao longo do desenvolvimento da cultura a demanda aumenta até quando o dossel está plenamente desenvolvido. Após a colheita, ocorre uma redução do consumo devido à menor taxa de transpiração das folhas mais velhas e à queda de folhas. TEIXEIRA et al. (2003), encontraram valores entre 2,0 mm.dia⁻¹ e 6,3 mm.dia⁻¹ para a cultivar Petit Syrah conduzida em espaldeira na região do submédio São Francisco.

4.3 Manejo da Irrigação

As irrigações foram realizadas sempre que a evapotranspiração da cultura acumulada aproximava-se de 25mm, foram descontadas as precipitações pluviométricas ocorridas no período. No GRÁFICO 11 são apresentados os dias que foram realizadas as irrigações, sendo que a lâmina apresentada é referente ao T4, onde foi aplicado 25 mm em cada evento de irrigação.

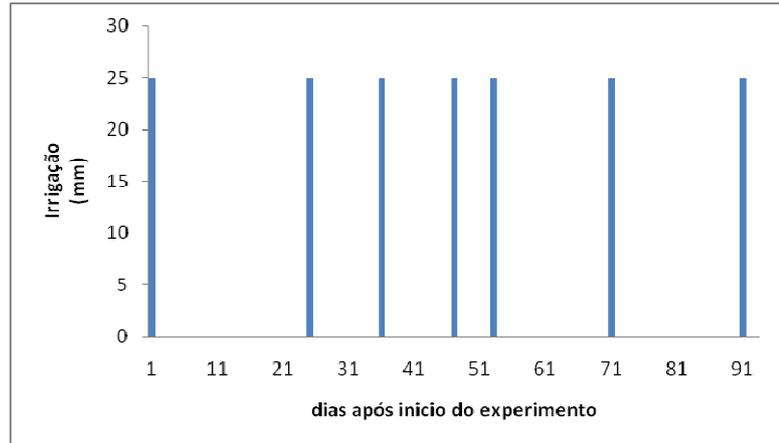


Gráfico 11 – Irrigações realizadas durante o período do experimento para o T4 (100% da lâmina de irrigação de referência), Santa Maria, RS, 2010.

Foram realizadas sete irrigações durante o período do experimento. A primeira irrigação foi realizada no dia 01 de outubro de 2010 para elevar o solo a sua CC. As irrigações subsequentes foram aos dias 24 de outubro, 04, 15 e 21 de novembro, 09 e 29 de dezembro. No gráfico acima estão apresentadas as irrigações realizadas para o T4. Para os demais tratamentos, as irrigações foram realizadas no mesmo momento do T4, diferindo apenas a quantidade de água aplicada. O T1 não recebeu nenhuma irrigação. No T2 foram aplicados 12,5 mm em cada irrigação. No T3 foram aplicados 18,75 mm em cada irrigação. No T5 foram aplicados 31,25 mm em cada irrigação.

No GRÁFICO 12 são apresentadas as lâminas de irrigação acumuladas para os respectivos tratamentos.

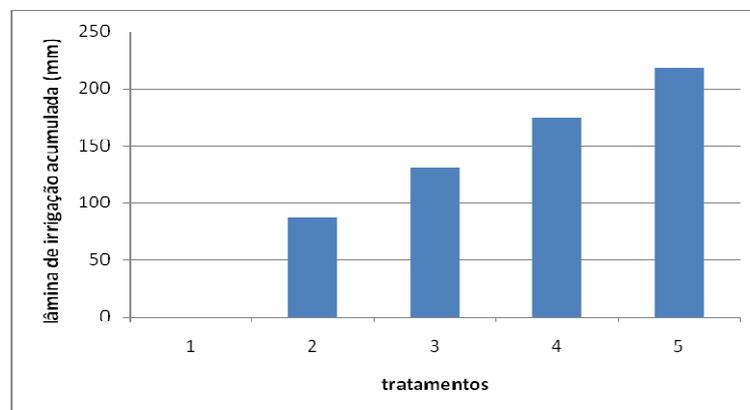


Gráfico 12 – Lâminas de irrigação acumuladas para os respectivos tratamentos, Santa Maria, RS, 2010.

A irrigação acumulada e aplicada para o T4 (100% da lâmina bruta de irrigação) foi de 175 mm.

No GRÁFICO 13 são apresentados os dados referentes a ETc, P e irrigação para o T4 no período.

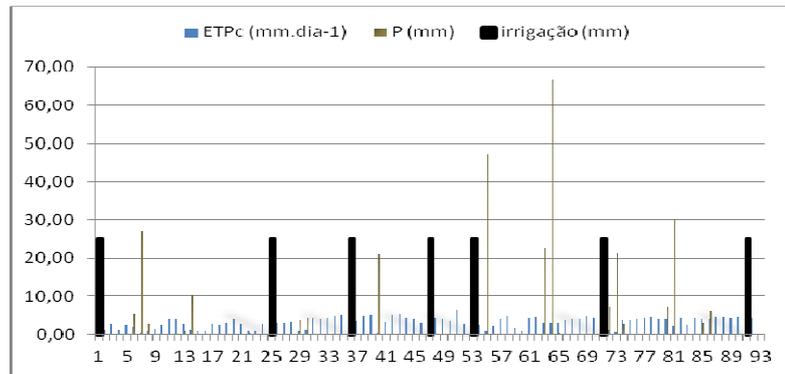


Gráfico 13 – Evapotranspiração da cultura diária, precipitação e irrigações realizadas para o T4 (100% da lâmina de irrigação de referência), durante o período do experimento, Santa Maria, RS, 2010.

4.4 Parâmetros avaliados

A colheita do experimento foi realizada durante quatro dias, sendo cada bloco colhido em um dia, iniciando-se no dia 01 de janeiro de 2011 e estendendo-se até o dia 04 de janeiro de 2011. Cada planta foi colhida e avaliada individualmente, posteriormente foi realizada a média entre as três plantas de cada unidade experimental e a média de cada tratamento. Foram avaliados parâmetros da planta, do fruto e do mosto. Todas as análises foram realizadas após a colheita dos frutos.

4.4.1 Parâmetros da planta

4.4.1.1 Produtividade

Cada planta teve a colheita dos cachos realizada em caixa de colheita individual e foi avaliada separadamente. A produtividade, em $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, foi obtida pela multiplicação deste valor pelo número de plantas. ha^{-1} (2.667) estimado anteriormente (multiplicando o espaçamento entre plantas e entre canteiros (1,5 x 2,5 m)).

No GRÁFICO 14 são demonstrados os valores médios de produtividade em Kg.ha^{-1} para cada tratamento. Na TABELA 4 são apresentados os dados da análise de variação para produtividade (Kg.ha^{-1}).

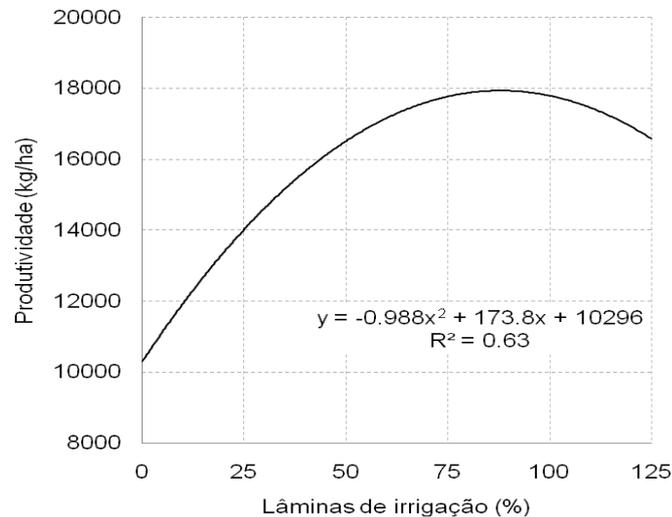


Gráfico 14 – Valores médios de produtividade (Kg.h^{-1}) segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.

Tabela 4 – Análise de variação para produtividade (Kg.ha^{-1}) em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS

Causas de variação	Graus De Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	p
Tratamento	4	249.575.684,78	62.393.921,19	0,002
Regressão linear	1	101.101.407,93	101.101.407,93	0,004
Regressão quadrática	1	56.067.752,05	56.067.752,05	0,023*
Regressão cúbica	1	2.318.470,82	2.318.470,82	0,607 ^{ns}
Desvio da regressão	1	90.088.053,96	90.088.053,96	0,006
Bloco	3	842.182,33	280.727,44	0,991
Erro	12	99.811.450,36	8.317.620,86	

CV: 18,26%

Média geral: 15.791,94

* $P < p_{\text{prob}} 5\%$ = efeito significativo; ^{ns} = efeito não significativo.

Os dados utilizados para análise de regressão entre a produtividade e as lâminas de irrigação aplicadas são homogêneos e normais, ou seja, sem transformações. A análise de regressão apresentou efeito significativo à 5 %, o modelo que melhor estima os dados é o modelo quadrático, com coeficiente de determinação igual a 0,63 (GRÁFICO 14).

A produtividade média geral obtida no experimento foi de 15.791 Kg.ha⁻¹. O tratamento testemunha, sem irrigação, apresentou a menor produtividade, 10.295,57 Kg.ha⁻¹. As produtividades máximas foram obtidas nos T3 e T4 com as lâminas de irrigação referentes a 75% e 100% da evapotranspiração da cultura, 17.773 e 17.794 kg.ha⁻¹, respectivamente para cada tratamento. Não houve diferença significativa entre os tratamentos T3 e T4, entretanto o T3 apresentou uma economia de 25% de água em relação ao T4.

A diferença entre o tratamento mais produtivo (100%) e o tratamento testemunha foi de 7.498 Kg.ha⁻¹, apresentando um incremento de 72,84% de produtividade devido ao uso da irrigação. Estes resultados permitem observar uma relação entre o aumento da produtividade de uvas com o aumento da lâmina de irrigação aplicada, até um determinado limite, onde posterior a este limite a resposta a irrigação é menor.

Resultados parecidos foram encontrados por EULETÉRIO et al. (2008), trabalhando com a espécie *Vitis labrusca*, cv. Bordo, no município de Mallet – Paraná onde o uso da irrigação aumentou a produtividade das videiras. Os autores encontraram valores aproximados a 12.600 Kg.ha⁻¹ no tratamento sem irrigação e valores entre 16.600 e 19.000 Kg.ha⁻¹.

De acordo com FERREYRA et al. (2006), em estudo realizado por 3 anos no Vale do Aconcagua, Chile, em solo argiloso, a aplicação de deficit hídrico à cultivar Crimson Seedless proporcionou diferenças significativas quanto à produtividade. Os autores relatam que ocorreu uma diminuição de 22% na produtividade quando se diminuiu em 60% a água aplicada.

4.4.1.2 Número de cachos.planta⁻¹

Foi realizada a contagem do número de cachos de cada planta e realizado a média entre os tratamentos. Os resultados obtidos estão apresentados no GRÁFICO

15. Na TABELA 5 são apresentados os dados de análise de variação para número de cachos.planta⁻¹.

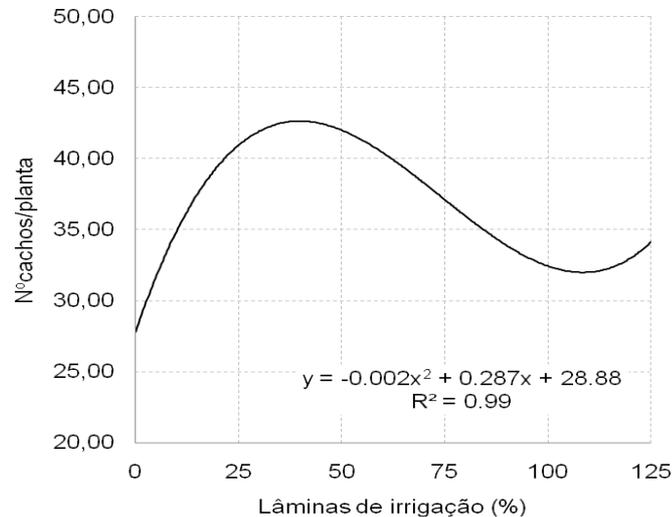


Gráfico 15 – Valores médios do número de cachos.planta⁻¹ segundo as lâminas de irrigação aplicadas. Santa Maria, RS, 2010.

Tabela 5 – Análise de variação para número de cachos.planta⁻¹ em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.

Causas de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	<i>p</i>
Tratamento	4	449,99	112,49	0,017
Regressão linear	1	27,01	27,01	0,313
Regressão quadrática	1	256,53	256,53	0,007
Regressão cúbica	1	165,81	165,81	0,023*
Desvio da regressão	1	0,63	0,63	0,874
Bloco	3	51,23	17,07	0,57
Erro	12	292,88	24,40	

CV: 14,23%

Média geral: 34,71

* $P < p_{\text{prob}} 5\% =$ efeito significativo; ^{ns} = efeito não significativo.

A média do número de cachos.planta⁻¹ foi maior com a lâmina de irrigação equivalente a 50% da evapotranspiração da cultura, 42 cachos.planta⁻¹, 15

cachos.planta⁻¹ a mais que o tratamento testemunha (27 cachos.planta⁻¹). Posteriormente, o desempenho reduziu, provocando menor número de cachos, sendo mais bem representada esta característica por uma equação cúbica.

O número de cacho.planta⁻¹ é um dos principais componentes da produtividade e sofre grande influência da poda e da fertilidade das gemas. É improvável afirmar que T2, o qual obteve o melhor resultado para a característica número de cachos.planta⁻¹, tenha ocorrido devido a lâmina de irrigação aplicada.

Segundo SOZIM et al. (2007) o número de gemas brotadas e o número de cachos.planta⁻¹ são influenciados pela poda, podendo produzir até o dobro do número de cachos.planta⁻¹. Evidencia-se que a poda tenha influenciado este fator, devido a área do experimento ser destinada a cursos de extensão e diferentes alunos realizarem a poda da área experimental.

É importante salientar que no ano anterior ao experimento, ocorreram elevadas precipitações, favorecendo o aparecimento de doenças fúngicas e ramos secos diminuindo a reserva de fotoassimilados. Esses fatores tornaram necessária a realização de poda curta antecedente ao experimento.

4.4.2 Parâmetros do cacho

4.4.2.1 Peso do cacho

Todos os cachos colhidos em cada planta foram pesados individualmente (FIGURA 12) e calculada a média entre eles. O resultado é o peso médio de cacho, estes resultados estão expressos no GRÁFICO 16.



Figura 12 – Aferição do peso médio do cacho. Santa Maria, RS, 2010.

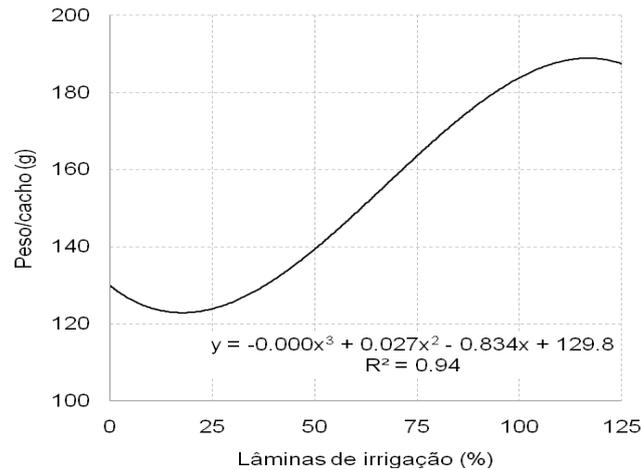


Gráfico 16 – Valores médios do peso do cacho segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.

A TABELA 6 apresenta a análise de variação para peso do cacho.

Tabela 6 – Análise de variação para peso do cacho em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.

Causas de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	P
Tratamento	4	11.328,43	2.832,1	0,000
Regressão linear	1	9.826,35	9.826,35	0,000
Regressão quadrática	1	137,14	137,14	0,328
Regressão cúbica	1	702,29	702,29	0,040*
Desvio da regressão	1	662,63	662,63	0,045
Bloco	3	375,27	125,09	0,448
Erro	12	1.585,61	132,13	

CV: 7,15%

Média geral: 160,86

* P < p_{prob} 5% = efeito significativo; ^{ns} = efeito não significativo.

Para a característica peso médio do cacho, representado por uma equação cúbica, observa-se que todos os tratamentos foram superiores ao tratamento

testemunha e quanto maior a lâmina de irrigação aplicada, maior foi o peso de cada cacho (GRÁFICO 16).

O valor máximo encontrado foi $187,5 \text{ g.cacho}^{-1}$ quando a lâmina foi referente a 125% da ET_{ca} . Este valor foi $57,62 \text{ g.cacho}^{-1}$ maior que o tratamento testemunha ($129,88 \text{ g.cacho}^{-1}$). O peso médio dos cachos no T5 mostrou-se 44,4% maior que no tratamento testemunha sem irrigação, indicando a influência das lâminas de irrigação. Segundo SOZIM et al. (2007), o peso médio do cacho não é afetado pelo tipo de poda.

Segundo ÁVILA NETTO et al. (2000), a deficiência hídrica durante o período inicial de crescimento da cultura e maturação das bagas, reduz o tamanho dos frutos e atrasa o amadurecimento, afetando a coloração e favorecendo a queima dos frutos pela radiação solar.

4.4.2.2 Comprimento dos cachos

Todos os cachos colhidos em cada planta foram medidos quanto aos parâmetros largura e comprimento individualmente e realizada a média entre eles, o resultado é expresso em cm.

Os resultados obtidos para comprimento do cacho estão apresentados no GRÁFICO 17. Na TABELA 7 são apresentados os dados de análise de variação para o comprimento dos cachos.

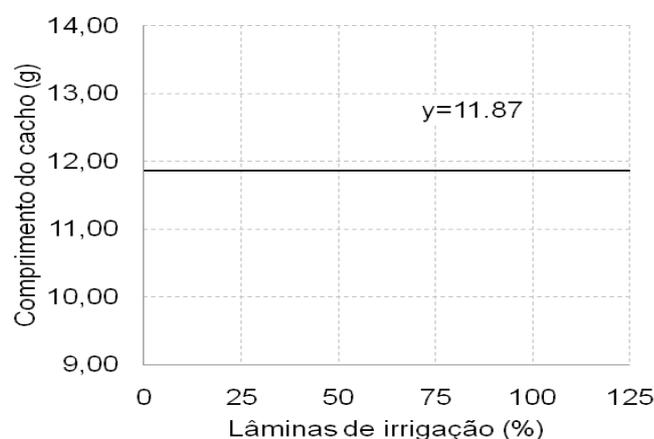


Gráfico 17 – Valores médios do comprimento do cacho segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.

Tabela 7 – Análise de variação para comprimento dos cachos em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.

Causas de variação	Graus de liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	<i>p</i>
Lâminas de irrigação	4	9,62	2,40	0,07 ^{ns}
Blocos	3	15,13	5,04	0,01
Erro	12	10,17	0,84	

CV (%): 7,75
Média geral: 11,87

* $P < p_{\text{prob}} 5\%$ = efeito significativo; ^{ns} = efeito não significativo.

Para a característica avaliada, comprimento dos cachos, não apresentou diferença significativa com o uso de diferentes lâminas de irrigação aplicadas.

4.4.2.3 Largura dos cachos

A cultivar Vênus tem como característica a produção de cachos de tamanho médio e medianamente compacto.

Os resultados obtidos para largura do cacho estão apresentados no GRÁFICO 18. Na TABELA 8 são apresentados os dados de análise de variação para a largura dos cachos.

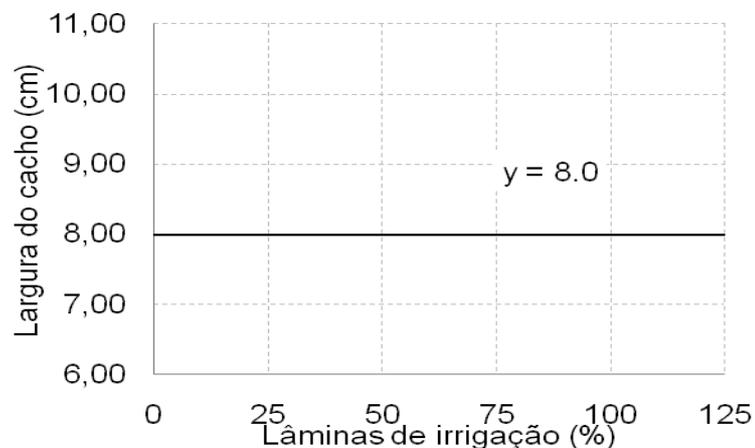


Gráfico 18 – Valores médios da largura do cacho segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.

Tabela 8 – Análise de variação para largura dos cachos em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.

Causas de variação	Graus de liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	<i>p</i>
Lâminas de irrigação	4	5,12	1,28	0,11 ^{ns}
Blocos	3	13,20	4,40	0,00*
Erro	12	6,67	0,55	
CV (%): 9,32				
Média geral: 8,00				

* $P < p_{\text{prob}} 5\%$ = efeito significativo; ^{ns} = efeito não significativo.

Para característica avaliada, largura dos cachos, bem como o comprimento dos cachos não sofreu influência significativa quanto as lâminas de irrigação aplicadas.

4.4.2.4 Número de bagas.cacho⁻¹

Foram retirados aleatoriamente cinco cachos.planta⁻¹ e contado o número de bagas de cada cacho, os resultados são apresentados no GRÁFICO 19.

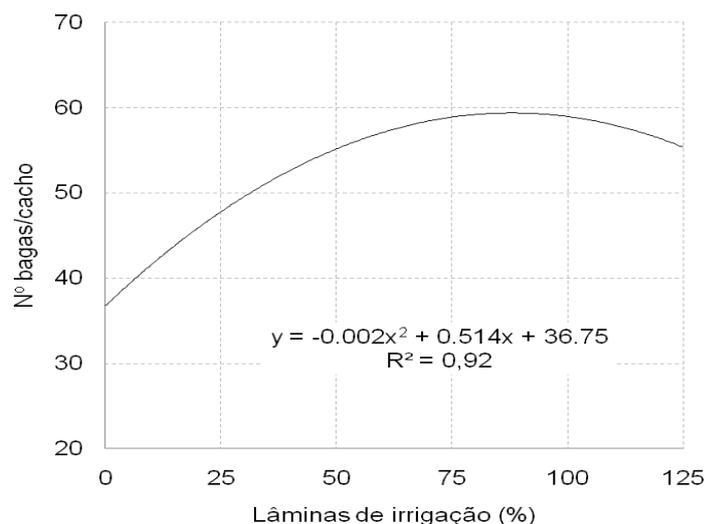


Gráfico 19 – Valores médios do número de bagas.cacho⁻¹ segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.

Na TABELA 9 é apresentada a análise de variação para número de bagas.cacho⁻¹.

Tabela 9 – Análise de variação para número de bagas.cacho⁻¹ em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.

Causas de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	<i>p</i>
Tratamento	4	1.494,64	373,66	0,014
Regressão linear	1	888,41	888,41	0,005
Regressão quadrática	1	490,32	490,32	0,026*
Regressão cúbica	1	29,2	29,2	0,547 ^{ns}
Desvio da regressão	1	86,67	86,67	0,307
Bloco	3	1.089,35	363,11	0,005
Erro	12	913,14	76,09	

CV: 16,45%

Média geral: 53,04

* $P < p_{\text{prob}} 5\%$ = efeito significativo; ^{ns} = efeito não significativo.

Em relação ao número de bagas.cacho⁻¹, após análise de regressão, constatou-se efeito quadrático. Para essa característica avaliada, todos os tratamentos mostraram-se superiores ao tratamento testemunha.

As lâminas de irrigação de 75% e 100% da ETc possibilitaram um número médio de 59 bagas.cacho⁻¹, 22 bagas.cacho⁻¹ a mais que o tratamento testemunha sem irrigação (37 bagas.cacho⁻¹). O número de bagas.cacho⁻¹ foi 59% superior nos T3 e T4 em relação ao T1. O número de bagas.cacho⁻¹ encontrado em T3 (75% da ETc) e T4 (100% da ETc) foi o mesmo, entretanto T3 apresentou uma economia de 25% no uso da água.

4.4.2.5 Peso de cinco bagas

Dos cachos utilizados para análise do número de bagas cacho⁻¹, foram retiradas aleatoriamente cinco bagas de cada cacho, pesadas e medido o comprimento e o diâmetro de cada uma. Os resultados do peso médio de cinco bagas são apresentados no GRÁFICO 20. A TABELA 10 apresenta a análise de variação para peso de cinco bagas.

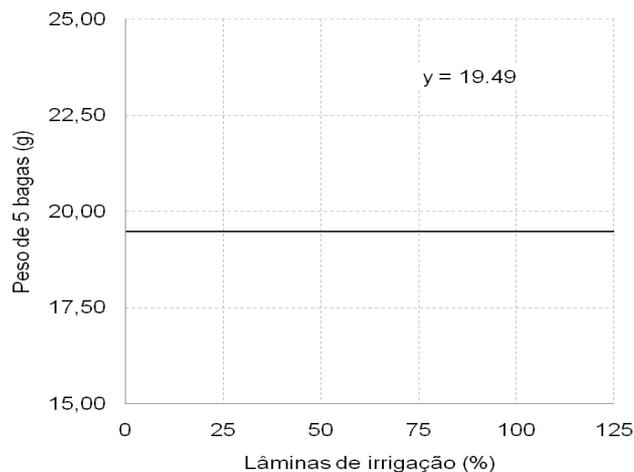


Gráfico 20 – Valores médios do peso de cinco bagas segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.

Tabela 10 – Análise de variação para peso de 5 bagas com blocos ao acaso com 4 repetições e 5 tratamentos com 5 % de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.

Causas de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	p
Tratamento	4	9,03	2,25	0,615
Regressão linear	1	7,84	7,84	0,149 ^{ns}
Regressão quadrática	1	0,008	0,008	0,961 ^{ns}
Regressão cúbica	1	0,93	0,93	0,604 ^{ns}
Desvio da regressão	1	0,25	0,25	0,784
Bloco	3	2,31	0,77	0,871
Erro	12	39,51	3,29	

CV: 9,31%

Média geral: 19,49

* $P < p_{\text{prob}} 5\%$ = efeito significativo; ^{ns} = efeito não significativo.

Em relação à característica avaliada, não houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados a nível de 5% de confiança. Os resultados aproximam-se dos encontrados por DANNER et al. (2009), que trabalharam com a mesma cultivar, no município de Dois Vizinhos – Paraná, comparando diferentes fontes de cálcio aplicados no solo.

KONRAD et al. (2000), em experimento realizado em Marinópolis – São Paulo com a cultivar Benitaka comparando o uso de irrigação tradicional praticado pelos agricultores (sem controle) e o uso de controle de irrigação pelo tanque Classe A, não encontraram diferenças significativas nos parâmetros avaliados: peso de bagas, diâmetro de bagas, e produtividade. Os autores encontraram peso de bagas (9,08g), diâmetro das bagas (2,05cm) e produtividade (23.000 kg.ha⁻¹). Entretanto, os autores concluíram que o tratamento com controle da irrigação pelo tanque classe A permitiu uma economia de 56,3 % no total de água utilizado quando comparado com a irrigação tradicional praticada pelos agricultores.

4.4.2.6 Diâmetro das bagas

Foi medido o diâmetro das bagas com paquímetro digital. Os resultados obtidos são apresentados no GRÁFICO 21. A TABELA 11 apresenta a análise de variação para diâmetro de bagas.

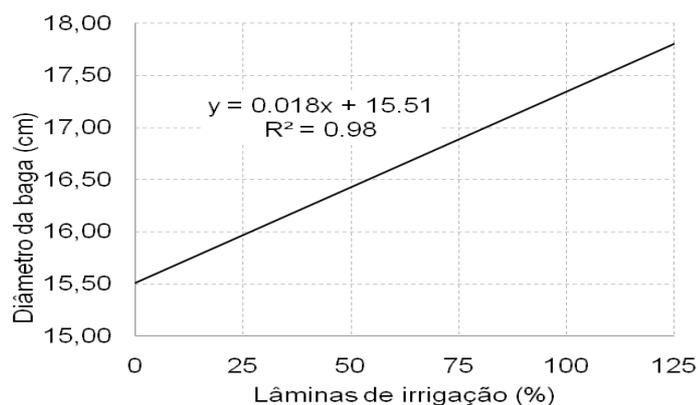


Gráfico 21 – Valores médios do diâmetro de bagas segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.

Tabela 11 – Análise de variação para diâmetro de bagas com blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.

Causas de Variação	Graus de liberdade (GL)	Soma dos Quadrados (SQ)	Quadrados Médios (QM)	P
Lâminas de irrigação	4	12,7	3,17	0,00
Blocos	3	0,70	0,23	0,49
Regressão linear	1	12,49	12,49	0,00*
Regressão quadrática	1	0,00	0,00	0,92 ^{ns}
regressão cúbica	1	0,00	0,00	0,88 ^{ns}
Desvios	1	0,19	0,19	0,41
Erro	12	3,30	0,27	

CV (%): 3,12

Média geral: 16,80

* $P < p_{\text{prob}} 5\%$ = efeito significativo; ^{ns} = efeito não significativo.

Segundo IBRAVIM, a característica diâmetro de bagas influencia a aceitação do consumidor pelo fruto, ocasionando em maior preço pago ao produtor. Os valores encontrados no experimento aproximam-se dos encontrados por LEÃO (2002) em estudo realizado no Campo Experimental de Bebedouro, Embrapa semi-árido, em Petrolina – PE, que encontrou diâmetro de bagas de 17,83 mm para a variedade Vênus.

4.4.2.7 Peso do engajo

Após a contagem das bagas.cacho⁻¹ foi realizada a pesagem do engajo. Os resultados são apresentados no GRÁFICO 22.

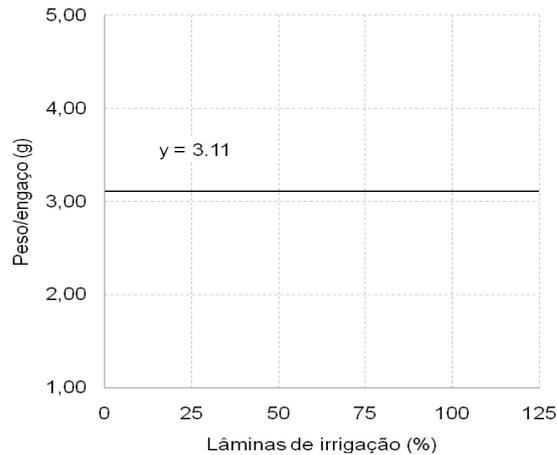


Gráfico 22 – Valores médios do peso do engajo segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.

A TABELA 12 apresenta a análise de variação para peso do engajo.

Tabela 12 – Análise de variação para peso do engajo com blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.

Causas de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	<i>P</i>
Tratamento	4	6,62	1,65	0,062
Regressão linear	1	3,27	3,27	0,31 ^{ns}
Regressão quadrática	1	0,66	0,66	0,294 ^{ns}
Regressão cúbica	1	0,23	0,23	0,526 ^{ns}
Desvio da regressão	1	2,45	2,45	0,057
Bloco	3	7,98	2,66	0,019
Erro	12	6,61	0,55	

CV: 23,81%

Média geral: 3,11

* $P < p_{\text{prob}} 5\%$ = efeito significativo; ^{ns} = efeito não significativo.

Em relação à característica avaliada peso do engajo, não houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados, a média geral encontrada foi de 3,11 g.engajo⁻¹.

4.4.3 Atributos Físico-Químicos do mosto

Após a pesagem das cinco bagas retiradas aleatoriamente dos cachos foi realizado o esmagamento dessas. Do suco resultante, foi realizada a análise do mosto. As análises do teor SST e pH foram realizadas no laboratório de Tecnologia de Alimentos do Colégio Politécnico da UFSM.

4.4.3.1 Potencial hidrogeniônico

O pH foi medido com sensor portátil digital Instrutherm®. Os resultados são apresentados no GRÁFICO 23.

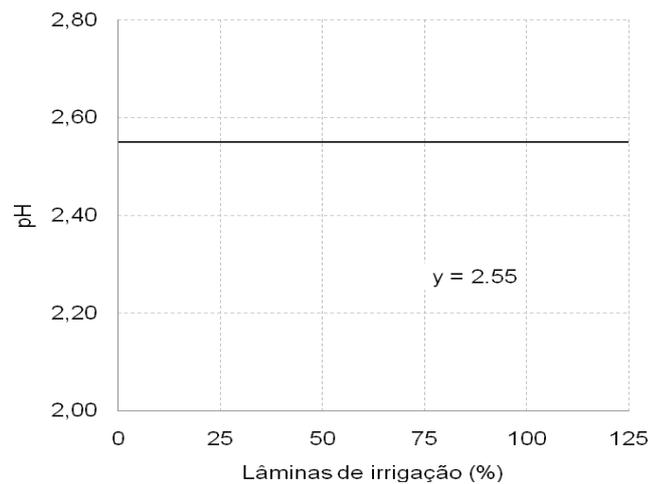


Gráfico 23 – Valores médios do pH segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.

A TABELA 13 apresenta a análise de variação para os valores de pH do mosto.

Tabela 13 – Análise de variação para pH com blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.

Causas de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	<i>p</i>
Tratamento	4	0,01	0,02	0,860
Regressão linear	1	0,00	0,000	0,795 ^{ns}
Regressão quadrática	1	0,001	0,001	0,671 ^{ns}
Regressão cúbica	1	0,000	0,000	0,844 ^{ns}
Desvio da regressão	1	0,008	0,008	0,343
Bloco	3	0,15	0,05	0,011
Erro	12	0,10	0,008	

CV: 3,70%

Média geral: 2,55

* $P < p_{\text{prob}} 5\%$ = efeito significativo; ^{ns} = efeito não significativo.

Em relação aos valores de pH, não houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados, a média encontrada foi de 2,55.

4.4.3.2 Teor de Sólidos Solúveis Totais

O teor SST, expresso em °Brix, foi medido com refratômetro portátil para açúcar (RT 30 ATC). Os resultados apresentam-se no GRÁFICO 24.

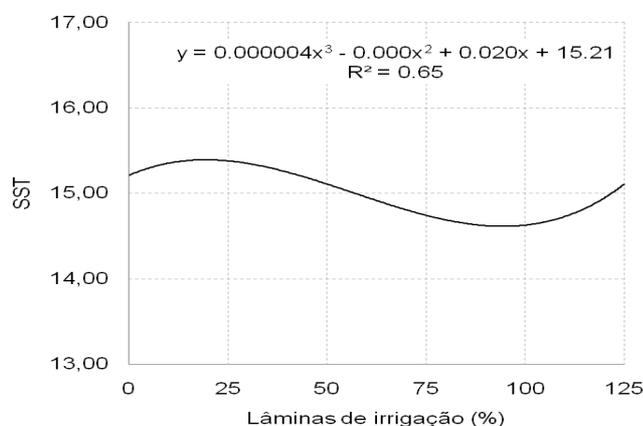


Gráfico 24 – Valores médios do teor de SST segundo as lâminas de irrigação. Santa Maria, RS, 2010.

A TABELA 14 representa a análise de variação para teor de SST.

Tabela 14 – Análise de variação para teor de SST com blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos com 5% de probabilidade de erro, Santa Maria, RS.

Causas de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	<i>p</i>
Tratamento	4	2,06	0,51	0,018
Regressão linear	1	0,23	0,23	0,180
Regressão quadrática	1	0,29	0,29	0,135
Regressão cúbica	1	0,51	0,51	0,047*
Desvio da regressão	1	1,02	1,02	0,011
Bloco	3	8,63	2,87	0,000
Erro	12	1,36	0,11	

CV: 2,26%

Média geral: 14,96

* $P < p_{\text{prob}} 5\%$ = efeito significativo; ^{ns} = efeito não significativo.

Em relação a característica teor de SST, após análise de regressão, constatou-se efeito cúbico (GRÁFICO 22). Para essa característica avaliada, os valores máximos encontrados foram 15,11 °Brix para as lâminas de irrigação de 50% e 125% da evapotranspiração da cultura, muito próximo ao valor encontrado no T1 (15,21 °Brix). A legislação exige 14° BRIX para mercado interno e 15° BRIX para mercado externo, portanto os valores encontrados estão acima do exigido pela legislação.

4.5 Análise conjunta dos dados

No QUADRO 2 são apresentados sinteticamente os valores da evapotranspiração acumulada, da precipitação pluvial total ocorrida, das lâminas de irrigação aplicadas e o somatório das lâminas de irrigação com as precipitações ao longo do período do experimento para cada tratamento.

Tratamento	% da lâmina irrigação referência	ETc acumulada (mm)	P Total ocorrida (mm)	Lâmina de irrigação aplicada (mm)	Somatório Precipitações + Irrigações (mm)
1	0%	294	301	0	301
2	50%	294	301	87	388
3	75%	294	301	131	432
4	100%	294	301	175	476
5	125%	294	301	218	519

Quadro 2 – ETc acumulada calculada pelo método de Penman-Monteith, precipitação pluviométrica ocorrida no período e lâmina de irrigação aplicada em função dos tratamentos aplicados. Santa Maria, RS, 2010.

A ETc acumulada no período foi menor que a precipitação pluviométrica ocorrida, entretanto como a precipitação ocorreu de maneira desuniforme ocorreu déficit hídrico em alguns períodos, fazendo-se necessário o uso de irrigações. A diferença entre o tratamento que recebeu a maior lâmina de irrigação e o tratamento que recebeu apenas precipitação pluviométrica foi de 218 mm.

No QUADRO 3, estão apresentados os valores encontrados para número de cachos.planta⁻¹ e a produtividade em função das lâminas de irrigação.

Tratamento	% da lâmina referência	Número cachos.planta ⁻¹	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)
1	0%	27	10.295
2	50%	42	16.516
3	75%	37	17.773
4	100%	32	17.794
5	125%	34	16.579

Quadro 3 – Parâmetros da planta obtidos em função dos tratamentos aplicados. Santa Maria, RS, 2010.

O tratamento que apresentou maior número de cachos.planta⁻¹ foi o T2 e o tratamento que apresentou maior produtividade foi o T4 (QUADRO 3). O quadro mostra um número de cachos.planta⁻¹ bastante variável. Portanto, pode-se concluir que os resultados obtidos para este parâmetro não apresentaram influência das lâminas de irrigação e devem ter sido influenciados por algum fator externo. Devido a área utilizada no experimento ser destinada para aulas práticas e iniciação científica dos alunos do Colégio Politécnico da UFSM e também para cursos de extensão para a comunidade em geral, as videiras foram podadas por várias pessoas diferentes. Acredita-se que o fator externo a ter influenciado o parâmetro número de cachos.planta⁻¹ tenha sido a poda.

Para os valores obtidos para produtividade, o QUADRO 3 mostra que ocorreu um acréscimo em produtividade com o aumento da lâmina de irrigação, até determinado valor (T4), após este valor, o incremento em produtividade diminuiu.

O QUADRO 4 apresenta os valores dos componentes do rendimento em função das lâminas de irrigação aplicadas.

Tratamentos	% Lâmina de referência	Peso 5 bagas (g)	Número de Bagas.cacho ⁻¹	Comprim. Do cacho (cm)	Largura do cacho (cm)	Peso Cacho (g)	Diâmetro bagas (mm)	Peso engajo (g)
1	0%	20	37	10,5	7	130	15,5	3,1
2	50%	20	55	11,5	8	140	16,5	3,1
3	75%	20	59	12,5	10,5	163	16,5	3,1
4	100%	20	59	12,5	8	184	17,5	3,1
5	125%	20	55	12,5	8,5	188	18	3,1

Quadro 4 – Parâmetros dos cachos obtidos em função dos tratamentos aplicados. Santa Maria, RS, 2010.

Os resultados encontrados no QUADRO 4, mostram uma tendência de aumento do diâmetro das bagas, e comprimento do cacho com o aumento da lâmina

de irrigação aplicada. Os resultados encontrados mostram também que a largura do cacho e o número de bagas.cacho⁻¹ aumentam com o aumento da lâmina de irrigação, até um determinado valor, respectivamente T3 e T4, e posteriormente começam a diminuir. Estes parâmetros foram determinantes para que o peso do cacho aumenta-se com o aumento da lâmina de irrigação. Estes resultados explicam porque a produtividade aumentou com o aumento da lâmina de irrigação apesar de o número de cachos.planta⁻¹ não ter apresentado a mesma tendência.

Os parâmetros peso do engajo e peso de 5 bagas não sofreram qualquer influência das lâminas de irrigação.

O QUADRO 5 apresenta os valores referentes aos atributos físico-químicos do mosto.

Tratamento	% da lâmina referência	pH	SST (BRIX)
1	0%	2,55	15,2
2	50%	2,55	15,1
3	75%	2,55	14,7
4	100%	2,55	14,6
5	125%	2,55	15,1

Quadro 5 – Parâmetros físico-químicos do mosto obtidos em função dos tratamentos aplicados. Santa Maria, RS, 2010.

O QUADRO 5 mostra que a lâmina de irrigação não influenciou o pH e o teor de sólidos solúveis totais.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que houve diferença significativa entre os tratamentos para os parâmetros avaliados, produtividade, peso do cacho, diâmetro de bagas e número de bagas.cacho⁻¹ onde os valores médios observados em cada parâmetro aumentaram de acordo com o aumento das lâminas de irrigação aplicadas.

Para os parâmetros avaliados, número de cachos.planta⁻¹, largura e comprimento do cacho, peso do engaço, peso de cinco bagas, pH e SST não houve diferenças significativas. Os valores médios observados em cada parâmetro mantiveram-se constantes com o aumento das lâminas de irrigação aplicadas.

Diante desses resultados, nas condições em que foi realizado o experimento, conclui-se que para a cultura da uva, a utilização da lâmina de irrigação de 100% da lâmina de referência (T4), proporciona ganhos de rendimento na produtividade e influencia os componentes de rendimento sem alterar a os parâmetros físico-químicos dos frutos. Pode-se concluir também que o tratamento 3 (75% da ETc) apresentou uma economia de 25% no uso da água quando comparado ao tratamento 4 (100 da ETc) sem apresentar diferenças significativas de produtividade.

Os tratamentos T2, T3, T4 e T5 apresentaram aumentos na produtividade de 60,4; 72,6, 72,8 e 63,1 % respectivamente, em relação ao tratamento T1 (sem irrigação). Ou seja, incrementos de 6.221; 7.478, 7.499 e 6.284 Kg.ha⁻¹ de produtividade em relação ao tratamento testemunha sem irrigação devido ao uso da irrigação.

No trabalho realizado, o uso da irrigação influenciou os componentes de rendimento da videira e mostrou-se viável devido às precipitações desuniformes ocorridas. Entretanto, devido à alternância de produção que ocorre de um ano para outro na cultura da videira e na grande maioria das frutíferas, este trabalho deve ter sequência por um período maior de tempo. Neste sentido pesquisas sobre ambiência e necessidade de água pela cultura devem ser incentivadas a fim de auxiliar o viticultor a obter maior qualidade e produtividade dos frutos, conseguindo desta forma, maior aceitação no mercado interno e aumento na exportação.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements.** Rome; FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage. Paper; 56).

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. **Cenário e perfil.** Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2008. 128p.

ÁVILA NETTO, J. **Necessidades hídricas da videira na região do Submédio São Francisco.** Campina Grande : UFPB, 1997. 86p. Dissertação de Mestrado.

ALVES, D.R.B.; KLAR, A.E. **Comparação de métodos para estimar evapotranspiração de referência em túnel de plástico.** Irriga, v.1, n.2, p.26-34, 1996.

ANNANDALE, J.G.; STOCKLE, C.O. **Fluctuation of crop evaporation coefficients with weather: a sensitivity analysis.** Irrigation Science, Berlin, v.15, p.1-7, 1994.

BAILLE, M.; BAILLE, A.; DELMON, D. **Microclimate and transpiration of greenhouse rose crops.** Agricultural and Forest Meteorology, n.71, p.83-97, 1994.

BAILLE, M.; LAURY, J.; BAILLE, A. **Some comparative results on evapotranspiration of greenhouse ornamental crops, using lysimeters, greenhouse H₂O balance and LVTD sensors.** Acta Horticulturae, n.304, p.199-208, 1992.

BASSOI, L.H.; DANTAS, B. F.; LIMA FILHO, J. M. P.; LIMA, M. A. C.; LEÃO, P. C. S.; SILVA, D. J.; MAIA, J. L. T.; SOUZA, C. R.; SILVA, J. A. M.; RAMOS, M. M. **Preliminary results of a long-term experiment about RDI and PRD irrigation strategies in winegrapes in São Francisco Valley, Brazil.** Acta Horticulturae, v.754, p.275-282, 2007.

BOZARTH, C.S.; KENNEDY, R.A.; SCHEKEL, K.A. **The effects of leaf age on photosynthesis in rose.** Journal of American Society of Horticultural Science, v.107, n.5, p.133-141, 1986.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 7.ed. Viçosa: Editora UFV, 2005. 611 p.

BRANDÃO, V. S.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. Viçosa: UFV, 2002.

BUCKS, D.A.; FRENCH, O.F.; NAKAYAMA, F.F.; FANGMEIER, D.D. **Trickle irrigation management for grape production**. In: INTERNATIONAL DRIP/TRICKLE IRRIGATION CONGRESS, 3., 1985, Fresno. Proceedings. St. Joseph : American Society of Agricultural Engineers, 1985. p.204-211.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; MANDELLI, F.M. **Necessidade de água da cultura da videira na região da Serra Gaúcha**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 1 folder.

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Sistema de Produção de Uva de Mesa no Norte do Paraná**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. Versão eletrônica.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; MAIA, J. D. G. **Coefficiente da cultura (Kc) para a videira Niágara Rosada em Jales, SP**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2001, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBA: FUNCEME, 2001. v. 2, p. 411-412.

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Estimativa da evapotranspiração de referência com base na temperatura do ar para as condições do Baixo Rio Grande, SP**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 11, n. 2, p. 229-236, 2003

COSTACURTA, A., ROSELLI, G. **Critères climatiques et edaphiques pour l'établissement des vignobles**. Bulletin de L'O.I.V, v.53, n. 596, p. 783-786, 1980

Dasberg, S.; Or, D. **Drip Irrigation**. Berlin: Springer, 1999, 162p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Roma : FAO, 1979. 306p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Rome : FAO, 1977. 144p. (FAO. Irrigation and Drainage, 24).

DECAGON DEVICES. **Operator's manual version 1.3 WP4 dewpointmeter.** USA DECAGON devices, 2000. 70p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EVANS, R.G.; SPAYD, S.E.; WAMPLE, R.L.; KROEGER, M.W.; MAHAN, M.O. **Water use of *Vitis vinifera* grapes in Washington.** Agricultural Water Management, Amsterdam, v.23, p.109-124, 1993.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados.** Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

FERREYRA, R.E.; SELLES, G.; SILVA, H.; AHUMADA, R.; MUÑOZ, I.; MUÑOZ, V. **Efecto del agua aplicada em las relaciones hídricas y productividad de la vid 'Crimson Seedless'.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, p.1109-1118, 2006.

GENUCHTEN, M.T. van. **A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils.** Soil Science Society of America. Journal, Madison, v.44, p.898-982, 1980.

GISLERÖD, H.R.; SELMER-OLSEN, A.R.; MORTENSEN, L.M. **The effect of air humidity on nutrient uptake of some greenhouse plants.** Plant and Soil, n.102, p.193-196, 1987.

HERNANDEZ, F.B.T. **Manejo da irrigação em fruteiras.** <http://www.agr.feis.unesp.br/fruteiras>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>.

KELLER, J.; KARMEELLI, D. **Trickle irrigation design.** Glendora: Rain Bird Spinklers Manufacturing Corporation., 1975. 133 p.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo.** Piracicaba : ESALQ, 1995. p.359-430.

LEÃO, P.C.S. **Avaliação do comportamento fenológico e produtivo de seis variedades de uva sem sementes no Vale do Rio São Francisco.** 1999. 124 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

MATHIAS, A.D.; COATES, W.E. **Wine grape vine radiation balance and temperature modification with fine-mist nozzles.** HortScience, Alexandria, v.21, n.6, p.1453-1455, 1986.

MOTA, F.S. DA; BERSDORF, M. I. C.; ACOSTA, M. J. C.; MOTTA, W.A.; WESTPHALEN, S.L. **Zoneamento climático do Rio Grande do Sul para a videira européia.** In: Conferência Latinoamericana do vinho e da uva, 6, 1974, Caxias do Sul. Ata das reuniões... Caxias do Sul: OLAVU. 1974.

MANDELLI, F. **Comportamento fenológico das principais cultivares de *Vitis vinifera* L. para a região de Bento Gonçalves-RS.** 1984. 125f. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1984.

MASTALEREZ, J. W. **Environmental factors light, temperature, and carbon dioxide.** In: LANGHANS, R. W. A manual of greenhouse rose production. Michigan: 1987. p.147-170.

MORENO, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Secretaria da Agricultura.

NETO, D. D; FANCELLI, A. L. **Produção de feijão.** Guaíba: Agropecuária, 385p. 2000.

NOGUEIRA, M.C.S. 1994. **Estatística experimental aplicada à experimentação agrícola.** ESALQ, Piracicaba.

PAIXÃO, F. J. R. da; ANDRADE, A. R. S.; AZEVEDO, C. A. V. de; SILVA, J. M.; COSTA, T. L.; FEITOSA, R. M. **Estimativa da infiltração da água no solo através de modelos empíricos e funções não lineares.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.5, n. 1, p.1-12, 2004.

PASIAN, C.C.; LIETH, J.H. **Analysis of the response of net photosynthesis of rose leaves of varying ages to photosynthetic active radiation and temperature.** Journal of American Society of Horticultural Science, v.144, n.4, p.581-586, 1989.

PEDRO JÚNIOR, M. J. ; SENTELHAS, P. C. **Clima e produção.** In: POMMER, C.V. Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre, Ed. Cinco Continentes, 2003. p. 63- 107.

RITCHIE, J.T.; JONHSON, B.S. **Soil and plant factors affecting evaporation.** In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. (Ed.). Irrigation of agricultural crops. Madison: American Society of Agronomy, 1991. p.363-390. (ASA. Monograph, 30).

SERMAN, F.V.; LIOTTA, M.; PARERA, C. **Effects of irrigation deficit on Table grape cv. Superior Seedless production.** Acta Horticulturae, n.646, p.183-186, 2004.

SIMOES, W.L.; FIGUEIREDO, V.B.; DA SILVA, E.L. **Uso do cilindro infiltrômetro único em diferentes solos.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 25, n. 2, ago. 2005.

SILVA, C. L.; KATO, E. **Efeito do selamento superficial na condutividade hidráulica saturada da superfície de um solo sob cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.32, n.2, p.213-220, 1997.

SOARES, J.M.; NASCIMENTO, T. **Distribuição do sistema radicular da videira em vertissolo sob irrigação localizada.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.2, p.142-147, 1998. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB

SOARES, J. M.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P. V. **Coefficiente de cultura da videira Festival obtido pelo balanço de energia baseado na razão de Bowen sob irrigação localizada no Submédio São Francisco.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria .– Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2003, 1 CD-ROM.

SOZIM, MARCELLO; AYUB, RICARDO ANTONIO; MALGARIM, MARCELO BARBOSA. **Efeito do tipo de poda na produção e qualidade da videira cv. Vênus.** Scientia agrária, ISSN 1983-2443, Vol. 8, Nº. 2, 2007, pags. 169-172.

Shrivastava, P.K.; Parikh, M.M; Sawani, N.G.; Raman, S. **Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield.** Agricultural Water Management, Amsterdam, v.25, p.179-184, 1994.

SMART, R. E. **Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality.** A review. American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v. 36, n. 3, p. 230- 239, 1985.

TEIXEIRA, A. H. C., BASSOI, L. H., SILVA, T. G. F. **Consumo hídrico em um cultivo orgânico de videira para uva de mesa.** In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8. , 2003, Juazeiro ,BA. Anais... Juazeiro, BA: Sociedade Brasileira de Irrigação e Drenagem,2033, 1 CD Ron.

TEIXEIRA, A.H. de; AZEVEDO, P.V. de; SILVA, B.B. da; SOARES, J. M. **Balanco de energia na cultura da videira, cv. Itália.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 5, p. 137-141, 1999.

TEIXEIRA, A.H. DE; AZEVEDO, P.V. de. **Zoneamento agroclimático para a videira européia no Estado de Pernambuco, Brasil.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.4, n.1, p.137-141, 1996.

TEIXEIRA, A.H. de; MOURA, M.S.B. de; ANGELOTTI, F. **Aspectos Agro meteorológicos da cultura da videira.** Embrapa Semiárido Sistemas de Produção, 1 – 2a. edição ISSN 1807-0027.

THORNTON, C.W., MATHER, J.R. **The water balance.** Laboratory of Climatology, Centerton, v.8, n.1, p.1-14, 1955.

WEAVER, R. J. **Grape growing.** New York: J. Wiley, 1976, 371p.

WINKLER, A.J.; COOK, J.A.; KLIWER, W.M. **General viticulture.** 2. ed. Berkeley: University of California Press, 1974. 710p.

WILLIAMS, L.E; MATTHEWS, M.A. Grapevine. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. (Ed.). **Irrigation of agricultural crops.** Madison : American Society of Agronomy, 1990. p.1019-1055. (ASA. Monograph, 30).