

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-graduação em Manejo e
Conservação do Solo e da Água



**Variabilidade dos componentes de produtividade em pomar de
pessegueiro irrigado em função da granulometria do solo**

Alex Becker Monteiro

Pelotas, 2015

Alex Becker Monteiro

**Variabilidade dos componentes de produtividade em pomar de
pessegueiro irrigado em função da granulometria do solo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Manejo e Conservação do Solo e da Água.

Orientador: Prof. Dr. Luís Carlos Timm
Co-orientador: Dr. Carlos Reisser Júnior

Pelotas, 2015

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M772v Monteiro, Alex Becker

Variabilidade dos componentes de produtividade em pomar de pessegueiro irrigado em função da granulometria do solo / Alex Becker Monteiro ; Luis Carlos Timm, orientador ; Carlos Reisser Júnior, coorientador. — Pelotas, 2015.

92 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciências, Centro de Ciências Químicas Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Prunus persica (L.). 2. Irrigação. 3. Produção. 4. Crescimento. 5. Desenvolvimento. I. Timm, Luis Carlos, orient. II. Reisser Júnior, Carlos, coorient. III. Título.

CDD : 634.25

Alex Becker Monteiro

**Variabilidade dos componentes de produtividade em pomar de
pessegueiro irrigado em função da granulometria do solo**

Data da defesa: 27/11/2015

Banca Examinadora:

.....
Prof. Dr. Luís Carlos Timm (Orientador)
Doutor em Agronomia – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP

.....
Prof. Dr. Flávio Gilberto Herter
Doutor em Fisiologia Vegetal – Université Blaise Pascal Clermont Ferrand

.....
Prof. Dr. Jocelito Saccol de Sá
Doutor em Irrigação e Drenagem – Escola Superior de Agricultura Luiz de
Queiroz/USP

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

Aos meus pais Alvino e Elizete,

OFEREÇO

A minha mãe pelo apoio e incentivo,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Luís Carlos Timm pela orientação, disposição, compreensão, esclarecimentos, ideias, amizade e profissionalismo.

Ao Pesquisador Dr. Carlos Reisser Júnior pela co-orientação, disposição, ideias, esclarecimentos, amizade e profissionalismo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Universidade Federal de Pelotas, pela qualificação profissional e crescimento pessoal que me foi proporcionado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela concessão da bolsa de estudos.

À Embrapa Clima Temperado pelo uso da infraestrutura e equipamentos na condução do trabalho.

Ao meu colega e amigo Luciano Recart Romano pela amizade, paciência, discussões, ideias, compreensão e todo o auxílio no trabalho de campo.

Ao meu amigo Rodrigo Mazzaro pela amizade, convivência durante esse período e pelo apoio.

A minha namorada Cristiane Stöcker, pelo amor, carinho, amizade e constante apoio e incentivo na conclusão desse trabalho.

Aos meus grandes amigos e colegas Rodrigo Brum de Paiva e Gabriel da Silva Lemos aqui cultivados que estiveram sempre presentes, pela amizade, discussões, ideias e constante incentivo.

Ao Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado pelo uso da infraestrutura e a toda equipe do mesmo.

A toda a minha família pelo apoio, incentivo e paciência.

Aos professores da Pós-Graduação, pela amizade e ensinamentos.

Aos amigos e colegas da Pós-Graduação, pela amizade e pelos momentos que vivenciamos nesse período.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

Aos meus guias pela saúde, oportunidades e conquistas.

MUITO OBRIGADO!

Resumo

MONTEIRO, A. B. **Variabilidade dos componentes de produtividade em pomar de pessegueiro irrigado em função da granulometria do solo.** 2015, 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

A região de Pelotas é responsável por 90% da produção de pêssego no estado do Rio Grande do Sul (RS), possuindo condições favoráveis de clima e solo para a sua produção. Alguns aspectos ligados ao sistema de produção de pêssego na região merecem ainda atenção especial, principalmente a necessidade ou não da irrigação do pessegueiro. O objetivo desse trabalho foi avaliar a variabilidade da produtividade do pessegueiro irrigado, cultivar Esmeralda, em função da irrigação e dos atributos do solo ligados a granulometria. O estudo foi realizado em um pomar de pessegueiro, cultivar Esmeralda, localizado no município de Morro Redondo-RS. A partir da aplicação da Teoria das Variáveis Regionalizadas, duas áreas homogêneas foram demarcadas em função da classe textural do solo, sendo classificadas como Franco Arenosa e Franco Argilo Argilosa. Foram avaliadas quatro linhas de plantas de pessegueiro, sendo duas com e duas sem irrigação, onde foram selecionadas 20 plantas em cada classe textural por meio da avaliação do diâmetro de tronco ao longo de cada linha (10 plantas em cada área homogênea), resultando em um total de 80 plantas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2. O sistema por gotejamento foi utilizado para a irrigação das plantas, sendo o manejo da irrigação baseado na reposição da evapotranspiração da cultura duas vezes por semana. Monitorou-se o potencial de água no ramo (Ψ_w) em uma planta em cada combinação classe textural com irrigação e classe textural sem irrigação utilizando uma câmara de pressão tipo "Scholander". O conteúdo de água no solo foi monitorado próximo as plantas onde foi medido o Ψ_w com o auxílio de uma sonda de capacitância modelo Diviner 2000®, nas profundidades de 0,10, 0,20 e 0,30 m. Os componentes de rendimento do pessegueiro avaliados foram o número de frutos por planta (NF), produção por planta (PP), peso dos frutos por planta, firmeza de polpa e sólidos solúveis totais; os parâmetros de crescimento avaliados foram taxa de crescimento de frutos, taxa de crescimento de ramos e crescimento relativo do diâmetro de caule (CC). Primeiramente, foi realizada uma análise exploratória de cada conjunto de dados por meio da estatística descritiva. Também, foi aplicada a análise de variância dos dados para experimentos bifatoriais no delineamento inteiramente casualizado considerando dois níveis do fator irrigação (com e sem irrigação) e dois níveis do fator classe textural de solo (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa). A partir dos

resultados, conclui-se que: i. a irrigação aumenta a variabilidade da produtividade do pessegueiro independente da classe textural avaliada, ii. a evapotranspiração potencial apresenta relação negativa com o potencial de água no ramo do pessegueiro, mostrando ser um indicativo do estado hídrico da cultura, iii. a irrigação aumenta o crescimento vegetativo do pessegueiro irrigado, porém não apresenta influência na produtividade da cultura, iv. o manejo da irrigação, baseado na reposição da evapotranspiração potencial, não foi suficiente para manter as plantas de pêsego em boas condições de hidratação em função do potencial de água no ramo, v. a irrigação aumenta a firmeza de polpa na cultura do pessegueiro adequando o produto para a industrialização, vi. a cultura do pessegueiro tolera pequenos déficits hídricos aumentando o teor de sólidos solúveis totais adequando o produto para o consumo *in natura*, e vii. a irrigação antecipa a etapa de colheita no pomar de pessegueiro, aumenta o crescimento do diâmetro dos frutos e do tamanho dos ramos independente da classe textural avaliada.

Palavras-chave: *Prunus persica* (L.), irrigação, produção, crescimento, desenvolvimento.

Abstract

MONTEIRO, A. B. **Variability of yield components in irrigated peach orchard as a function of soil particle size distribution.** 2015. 92f. Dissertation (Master of Science) - Post Graduation Program in Management and Conservation of Soil and Water. Federal University of Pelotas, Pelotas-RS.

The region of Pelotas is responsible for 90% of the peach production in the state of Rio Grande do Sul (RS) having favorable conditions of climate and soil for its production. Some aspects related to the peach production system in this region still need special attention, especially related to irrigate or not the peach orchard. This study aimed to evaluate the yield variability of an irrigated peach orchard, Esmeralda cv., on the basis of irrigation and as a function of soil particle size distribution. The study was carried out in a peach orchard situated in the city of Morro Redondo-RS. By applying the theory of regionalized variables, two homogeneous areas were demarcated based on soil textural classes, which were classified as sandy loam and sandy clay loam. Four rows of peach plants were evaluated, being two irrigated and two not irrigated. Twenty plants were selected in each soil textural class by evaluating the trunk diameter along each row (10 plants in each homogenous area) totaling 80 assessed plants. The experimental design was a completely randomized design in a 2x2 factorial scheme. The drip system was used to irrigate peach plants, and the irrigation management was based on the replacement of the crop evapotranspiration twice a week. A pressure chamber type "Scholander" was utilized to monitor the water potential in the branch (Ψ_w) at one peach plant of each combination of soil textural class with irrigation and without irrigation. The soil water content was monitored near to the plants where Ψ_w was measured using a capacitance probe Diviner Model 2000® at soil depths of 0.10 m, 0.20 m and 0.30 m. The number of fruits per plant (NF), the production per plant (PP), the weight of fruits per plant, the pulp firmness and the total soluble solids were evaluated and considered as yield components. The fruit and branch growth rates and the relative stem diameter growth (CC) were evaluated and considered as growth parameters. First of all, each data set was submitted to an exploratory analysis using descriptive statistics tools. The variance analysis was also applied to each data set considering two levels of irrigation (with and without irrigation) and two levels of soil textural class (sandy loam and sandy clay loam). It is concluded that: i. the irrigation increases the variability of the peach yield independent of the evaluated soil textural class, ii. the potential evapotranspiration is negatively related to the water potential in the peach tree branch, showing to be an indicative of the water status of the plant, iii. the irrigation increases the vegetative growth of peach trees, but has no influence on crop yield, iv. the irrigation management, based on the replacement of potential

evapotranspiration twice a week, was not enough to keep the peach plants in an adequate moisture status as a function of the measurements of the branch water potential, v. the irrigation increases the peach pulp firmness promoting an adequate product for industrialization, vi. the peach crop can tolerate little water deficits increasing the total soluble solids content becoming the fruit better for fresh consumption, and vii. the irrigation anticipated the harvest moment in the peach orchard, increases the growth rates of the fruit diameter and the branch size independent of the evaluated soil textural class.

Keywords: *Prunus persica* (L.), irrigation, production, growth, development.

SUMÁRIO

1. Introdução	19
2. Objetivo Geral	22
2.1 Objetivos específicos	22
2.2 Hipóteses	22
3. Revisão de Literatura	23
3.1 Características gerais do pessegueiro	23
3.2 A cultura do pessegueiro no Brasil e no Rio Grande do Sul.....	23
3.3 Aspectos climáticos	25
3.4. Necessidade hídrica do pessegueiro	27
3.5 Efeito do déficit hídrico no pessegueiro e seus indicadores.....	28
3.6 A técnica de irrigação em pomares de pessegueiro.....	30
3.7 Manejo da irrigação	33
3.7.1 Manejo da irrigação via clima	34
3.7.2 Manejo da Irrigação via Planta	35
3.7.3 Manejo da Irrigação via Solo	37
3.8 Potencial de água na planta	38
4. Material e Métodos.....	40
4.1 Localização e clima da região de estudo	40
4.2 Descrição do pomar	40
4.3 Descrição da área experimental.....	41
4.4 Manejo da irrigação	44

4.5 Monitoramento do conteúdo de água na planta - Potencial de água no ramo	45
4.6 Monitoramento do conteúdo de água no solo	46
4.7 Cálculo da demanda de irrigação e do tempo de irrigação	47
4.8 Componentes de rendimento do pessegueiro avaliados.....	49
4.8.1 Produção por planta	50
4.8.2 Peso dos frutos	50
4.8.3 Firmeza de polpa.....	50
4.8.4 Sólidos solúveis totais (SST).....	50
4.9 Parâmetros de crescimento.....	51
4.9.1 Crescimento e taxa de crescimento dos frutos.....	51
4.9.2 Crescimento e taxa de crescimento de ramos	51
4.9.3 Crescimento relativo do diâmetro de caule	51
4.10 Análise estatística dos dados	52
5. Resultados e Discussão.....	53
5.1 Análise descritiva dos resultados de cada combinação classe textural de solo sem e com irrigação	53
5.2 Análise de variância e comparação entre médias para as variáveis avaliadas em cada combinação (classe textural de solo sem e com irrigação)	59
5.3 Influência da irrigação e da evapotranspiração na variação do potencial de água no ramo de pessegueiro.....	63
5.3.1 Correlação entre o potencial de água no ramo com a evapotranspiração potencial e com o conteúdo de água no solo	68
5.4 Parâmetros de crescimento.....	71
5.4.1 Crescimento e taxa de crescimento de frutos	71
5.4.2 Crescimento e taxa de crescimento de ramos	74
6. Conclusões	77
7. Considerações finais.....	78
Referências	79

Lista de Figuras

- Figura 1: Imagem aérea do pomar de pessegueiro ilustrando a malha experimental estabelecida e as 101 plantas demarcadas (“0” identificação da planta morta). Fonte: Terra (2012).....41
- Figura 2: Mapa indicando as áreas homogêneas delimitadas do ponto de vista textural e a localização das linhas de pessegueiro com irrigação e sem irrigação na área experimental (“0” identificação das plantas onde foram monitorados o potencial de água no ramo e o conteúdo de água no solo). Fonte: Terra (2012).42
- Figura 3: Estação Meteorológica Automática Squitter modelo ISIS S1220, utilizada para coleta de dados de chuva, evapotranspiração potencial, temperatura do ar, umidade relativa média do ar, radiação solar e velocidade do vento. Fonte: O Autor.45
- Figura 4: Câmara de pressão de “Sholander” utilizada para medir o potencial de água no ramo. Fonte: O Autor.....45
- Figura 5: Sonda de capacitância modelo Diviner 2000® utilizada para monitorar o conteúdo de água no solo. Fonte: O Autor.....46
- Figura 6: Representação esquemática dos componentes do balanço de água no solo (TIMM et al., 2007a).48
- Figura 7: Planilha contendo um exemplo de cálculo do balanço hídrico para cálculo da demanda de irrigação e o respectivo tempo de irrigação.49

Figura 8: Formação do bulbo de molhamento em diferentes tempos de irrigação na linha da cultura pelo sistema de gotejamento instalado na classe textural Franco Arenosa. T1, T2, T3 e T4 = 20, 40, 60 e 80 minutos de irrigação, respectivamente. 55

Figura 9: Formação do bulbo de molhamento em diferentes tempos de irrigação na linha da cultura pelo sistema de gotejamento instalado na classe textural Franco Argilo Arenosa. T1, T2, T3 e T4 = 20, 40, 60 e 80 minutos de irrigação, respectivamente.58

Figura 10: Cronograma de execução das medidas de potencial de água no ramo (Ψ_w), conteúdo de água no solo (θ) e das colheitas de pêssigo realizadas nas classes texturais Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa com irrigação.63

Figura 11: Cronograma de execução das medidas de potencial de água no ramo (Ψ_w), conteúdo de água no solo (θ) e das colheitas de pêssigo realizadas nas classes texturais Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa sem irrigação.64

Figura 12: Variação temporal do potencial de água no ramo (Ψ_w), chuva (P), lâmina de irrigação (I), evapotranspiração potencial (ETP) e do conteúdo de água no solo (θ) nas profundidades de 0,10 m 0,20 m e 0,30 m para o período de 80 a 143 dias após plena floração (DAF) do pessegueiro irrigado nas classes texturais Franco Arenosa (A) e Franco Argilo Arenosa (B). Morro Redondo – RS, 2014.65

Figura 14: Potencial de água no ramo em função da evapotranspiração potencial (ETP) em pomar de pessegueiro independente da classe textural com e sem irrigação incluindo as fases de pré-colheita e pós-colheita. Morro Redondo – RS, 2014. [$\Psi_w = 1,63 * (1 - e^{(-0,47 * ETP)})$; $R^2 = 0,70$].68

Figura 15: Valores do potencial de água no ramo de pessegueiro em função do armazenamento de água solo, camada de 0-0,30 m de profundidade, para cada classe textural avaliada, independente da irrigação. Morro Redondo – RS, 2014. Classe textural Franco Argilo Arenosa ($\Psi_w = 8,88 * e^{(-0,02 * A)} - 5,95 * e^{(-0,02 * A)}$; $R^2 = 0,34$). Classe textural Franco Arenosa ($\Psi_w = 5,27 * e^{(-0,024 * A)} - 3,4 * e^{(-0,024 * A)}$; $R^2 = 0,45$). 70

Figura 16: Taxas de crescimento e curvas de crescimento de frutos de pêssego em função do número de dias após a floração em um pomar de pessegueiro – Morro Redondo – RS, 2014. (A - classe textural Franco Arenosa com irrigação; B - classe textural Franco Arenosa sem irrigação; C - classe textural Franco Argilo Arenosa com irrigação; D - classe textural Franco Argilo Arenosa sem irrigação). Fase I – início do desenvolvimento do fruto; Fase II – crescimento lento do fruto, endurecimento do endocarpo, endurecimento do caroço e crescimento do endosperma; Fase III – aumento do tamanho até maturação.72

Figura 17: Tamanho e taxa de crescimento dos ramos em função do número de dias após a floração em um pomar de pessegueiro – Morro Redondo – RS, 2014. (A - classe textural Franco Arenosa com irrigação; B - classe textural Franco Arenosa sem irrigação; C - classe textural Franco Argilo Arenosa com irrigação; D - classe textural Franco Argilo Arenosa sem irrigação).75

Lista de Tabelas

Tabela 1- Valores médios de pH, índice SMP, matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efetiva), capacidade de troca de cátions pH 7,0, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), fósforo (P), potássio (K), saturação por bases e alumínio, e suas respectivas interpretações de acordo com Manual de Adubação e Calagem (SBCS, 2004), nas camadas de 0 - 0,20 m e 0,20 - 0,40 m, nas duas classes texturais avaliadas.....43

Tabela 2 - Valores da média, mediana, mínimo, máximo, desvio padrão, coeficiente de variação (CV), coeficientes de curtose e de assimetria e teste de Shapiro-Wilk para as variáveis número de frutos por planta (NF), produção de cada planta (PP), peso médio do fruto por planta (PMF), sólidos solúveis totais (SST), firmeza de polpa (FP) e crescimento relativo do caule (CC) para as 20 plantas de pessegueiro avaliadas na safra de 2014 para a classe textural Franco Arenosa sem e com irrigação54

Tabela 3 - Valores da média, mediana, mínimo, máximo, desvio padrão, coeficiente de variação (CV), coeficientes de curtose e de assimetria e teste de Shapiro-Wilk para as variáveis número de frutos por planta (NF), produção de cada planta (PP), peso médio do fruto por planta (PMF), sólidos solúveis totais (SST), firmeza de polpa (FP) e crescimento total do caule (CC) para as 20 plantas de pessegueiro avaliadas na safra de 2014 para a classe textural Franco Argilo Arenosa sem e com irrigação56

Tabela 4 - Análise de variância, coeficiente de variação (CV%) e média geral para as variáveis número de frutos (NF), produção de cada planta (PP) e peso médio de fruto por planta (PMF), para as plantas de pessegueiro avaliadas na safra de 2014, conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema bifatorial: fator

com e sem irrigação e fator classe textural (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa) e as suas interações.....60

Tabela 5 - Análise de variância, coeficiente de variação (CV%) e média geral para as variáveis firmeza de polpa (FP), sólidos solúveis totais (SST) e crescimento total do caule (CC), para as plantas de pessegueiro avaliadas na safra de 2014, conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema bifatorial: fator com e sem irrigação e fator classe textural (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa) e as suas interações.....61

Tabela 6 - Comparação entre médias para as variáveis firmeza de polpa (FP) e sólidos solúveis totais (SST) avaliadas em experimento de pessegueiro na safra de 2014 pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade62

1. Introdução

A fruticultura no Brasil tem sido uma das atividades agrícolas que vem se destacando no cenário econômico do país nos últimos anos, devido a sua alta rentabilidade em pequenas áreas, ocupando um papel importante na geração de renda e emprego no meio rural principalmente para pequenas propriedades rurais.

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas no mundo, com sua produção superando os 40,0 milhões de toneladas (ANDRADE, 2012). A área plantada com plantas frutíferas no Brasil está distribuída em 1.034.708 ha com frutas tropicais, 928.552 ha com frutas subtropicais e 155.292 ha com espécies de clima temperado. Mesmo com uma área inferior em relação às espécies de clima tropical e subtropical, as frutas de clima temperado têm uma importância socioeconômica destacada em diversas regiões do Brasil, principalmente nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e o Vale do São Francisco, seja como cultivo *in natura*, agroindústria e/ou agroturismo (FACHINELLO et al., 2011).

O aumento da área cultivada e a produção de frutas de clima temperado têm crescido no Brasil. Isso ocorreu principalmente devido à modernização e uma melhor gestão da propriedade rural e de todos os fatores de produção, à adoção de tecnologias de baixo impacto ambiental visando à qualidade, segurança do produto e preservação do meio ambiente, buscando atender às exigências do mercado consumidor brasileiro e transpondo as rigorosas barreiras fitossanitárias impostas pelos países importadores (FACHINELLO et al., 2011).

A produção brasileira de pêssegos tem sido insuficiente para atender a demanda interna de consumo, mesmo que esta seja baixa. Atualmente, o País importa a fruta fresca e em compota, o que contribui para o aumento do consumo, segundo Madail e Raseira (2008). A Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008-2009) mostra que o brasileiro tem um consumo per capita de 0,213 kg de

pêssego por ano, baixo quando este é comparado com outras frutas como banana, laranja e melancia com um consumo de 7,68 kg/ano, 5,44 kg/ano, 3,37 kg/ano, respectivamente (MIYUKI; DIAS, 2015).

A área cultivada de pessegueiro no Brasil em 2011 foi de 20.100 ha com uma produção de 222,2 mil toneladas, sendo cultivado nas regiões Sul e Sudeste, em que os cinco principais estados produtores são: Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais e Paraná (LIMA et al., 2013). O RS tem se destacado como um dos maiores produtores de pêsego, que se encontra presente em todas as suas regiões (FRANCHINI, 2008). Madail e Reichert (2003) citam que a região de Pelotas é responsável por 90% da produção de pêsego no estado do RS, devido ao fato de que possui condições favoráveis de clima e solo para a sua produção. Porém, vários aspectos ligados ao sistema de produção do pêsego na região ainda merecem atenção especial por parte dos pesquisadores, destacando-se principalmente a necessidade ou não da irrigação na cultura do pessegueiro bem como sua resposta ao excesso ou déficit de água durante uma determinada fase do seu desenvolvimento.

Ao longo dos últimos anos tem sido comum ocorrer períodos de estiagem durante o ciclo do pessegueiro na região Sul do RS (CARDOSO et al., 2011; EMBRAPA - CPACT, 2014), provocando um déficit hídrico no solo, o que pode estar influenciando a sua produtividade e a qualidade dos seus frutos. Incentivos governamentais têm propiciado aos produtores a aquisição e a instalação de equipamentos de irrigação nas áreas produtoras de pêsego visando à continuidade no fornecimento da fruta seja para a indústria ou para o consumo *in natura* (TIMM et al., 2007b). Entretanto, ainda existe a necessidade de informações quanto ao manejo da irrigação a ser adotado pelos persicultores, buscando responder aos dois questionamentos básicos da irrigação: quando e quanto irrigar? Também não há consenso quanto ao efeito do déficit hídrico sobre a produtividade do pessegueiro na região Sul do RS.

Em estudo conduzido na metade Sul do RS, Timm et al. (2007b) constataram que o manejo da irrigação adotado pelos persicultores não se baseava nas necessidades hídricas da cultura nem nas características físico-hídricas do solo, especificadas neste projeto, sendo na maioria das vezes totalmente empírico. Neste sentido, os autores mencionaram que, na maioria das situações, ocorre um aumento no custo de operação dos sistemas e um manejo inadequado dos recursos naturais

na propriedade rural, com retornos duvidosos ao produtor. Acredita-se que este panorama na região não tenha sido alterado nos últimos anos.

Dentro deste contexto, o adequado manejo da irrigação deve levar em consideração a dinâmica entre os componentes do sistema solo-planta-atmosfera bem como a variabilidade destes componentes. Baseado nisto, pesquisas que visem avaliar o comportamento dos componentes de produtividade do pessegueiro irrigado em função da variabilidade espacial dos atributos do solo se torna de suma importância para que os produtores tenham subsídios na tomada de decisão quanto ao manejo de irrigação a ser adotado.

2. Objetivo Geral

Avaliar a resposta dos componentes de produtividade do pessegueiro, cultivar Esmeralda, em função da irrigação e dos atributos do solo ligados a granulometria.

2.1 Objetivos específicos

- Avaliar a resposta dos componentes de rendimento da cultura de pessegueiro, cultivar Esmeralda, quanto à irrigação;
- Avaliar a influência da irrigação na variabilidade das respostas da planta de pessegueiro em duas classes texturais de solo;
- Avaliar a influência da classe textural do solo no manejo da irrigação em pomar de pessegueiro;
- Avaliar a resposta dos componentes de crescimento da cultura do pessegueiro, cultivar Esmeralda, quanto à irrigação.

2.2 Hipóteses

A classe textural do solo afeta o comportamento dos componentes de produtividade do pessegueiro bem como a disponibilidade da quantidade de água para a planta.

Se o armazenamento de água no solo varia conforme sua classe textural e a diferença de disponibilidade de água influencia a produtividade da planta, espera-se que irrigando se elimine ou se reduza esta variabilidade mesmo que o solo a apresente.

3. Revisão de Literatura

3.1 Características gerais do pessegueiro

O pessegueiro é uma espécie nativa da China, com referências que apontam para 20 séculos A. C.. Estudos indicam que, provavelmente, a cultura teria sido levada da China para Pérsia e de lá se espalhado pela Europa. Segundo relatos históricos, o pessegueiro foi introduzido no Brasil em 1532 por Martim Afonso de Souza, por meio de mudas trazidas da Ilha da Madeira, estas plantadas em São Vicente, atual estado de São Paulo (PROTAS; MADAIL, 2003).

A cultura do pessegueiro pertence à família Rosaceae, à subfamília Prunoideae, ao gênero *Prunus* (L.), sendo o mais importante da família Rosaceae, tendo diversas espécies cultivadas para fins comerciais, como é o caso das pertencentes à *Prunus persica* (L.) (SACHES; CAMPOS, 1998).

A *Prunus persica* (L.) divide-se em três variedades botânicas: vulgaris ou pêssegos comuns (com pequenos pelos na casca), Nucipersica (frutos sem pelos conhecidos popularmente como nectarinas), e platicarpa (frutos achatados sem pontas) (MIYUKI; DIAS, 2015).

3.2 A cultura do pessegueiro no Brasil e no Rio Grande do Sul

Devido ao melhoramento genético, a expansão da fruticultura de clima temperado vem avançando, gradativamente, com um sucesso econômico (LEONEL et al., 2010). A produção da cultura do pêssogo é a que mais se destaca nesse cenário, em especial, pelo melhoramento das variedades.

A produção brasileira de pêssogo apresenta diferentes características de acordo com cada região (FACHINELLO et al., 2011). Ocupando uma área no Brasil

em torno de 20,1 mil hectares, com uma produção de 222,2 mil t ano⁻¹, sendo o estado do Rio Grande do Sul o maior produtor, com uma área de 16,5 mil hectares e com uma produtividade de 175 mil t ano⁻¹ (IBGE, 2012).

De acordo com levantamentos da EMBRAPA, os estados da região Sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná) são os estados que apresentam as melhores condições naturais para produção comercial de pêssego. O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional e no período de 2009-2011 atingiu uma média de 134.278 toneladas/ano, correspondendo a 60% da produção do país (ATLAS SOCIO-ECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL, 2014).

No Rio Grande do Sul, Estado este que domina a produção nacional, encontra-se plantas de pessegueiro em todas as regiões do Estado. A produção no Estado está concentrada em três pólos: o primeiro está situado na chamada Metade Sul, sendo este o principal produtor de pêssego destinado para indústria; os outros dois estão localizados na Grande Porto Alegre e na Encosta Superior do Nordeste. Estes três juntos somam em torno de 13 mil hectares de pomares (PROTAS; MADAIL, 2003; ORIGEM DO PÊSSEGO, 2009). Predominando o cultivo para indústria e dupla finalidade (FACHINELLO et al., 2011).

Segundo Timm et al. (2007b) na região Sul do Rio Grande do Sul, a região de Pelotas (municípios de Pelotas, Morro Redondo, Capão do Leão, Canguçu, Arroio do Padre, Arroio Grande, Candiota e Jaguarão) é responsável por 90% da produção de pêssego do Estado, sendo está quase a totalidade da fruta industrializada no Brasil. Com uma área cultivada de 8.508 ha (JOÃO et al., 2002), sendo desse total, apenas 483 ha que possuem irrigação, com o método de irrigação localizada por gotejamento ocupando uma área de 175,4 ha (TIMM et al., 2007b).

Com a expansão da persicultura, principalmente do mercado da fruta fresca, crescem as alternativas de empregos indiretos na área de transportes de frutas em curtas e longas distâncias assim como possibilidade de geração de empregos nas áreas de refeições coletivas, apicultura, oficinas mecânicas, aluguéis de máquinas e equipamentos, além de feiras livres, fruteiras, supermercados (MADAIL; RASEIRA 2008).

3.3 Aspectos climáticos

Segundo Barbosa et al. (1989) e Araujo (2004), a adaptabilidade do pessegueiro às diferentes condições ecofisiológicas mundiais deve-se à seleção genética de cultivares melhoradas, tanto de baixa como de alta exigência de frio. Hoje, encontram-se cultivos de pêssigo e nectarina nas mais variadas condições de clima e solo, desde regiões com inverno bem rigoroso com 600-1.200 número de horas de frio (NHF - abaixo de 7,2°C), até em outras praticamente desprovidas de frio hibernal menos de 20 NHF (abaixo de 7,2°C).

O fator climático mais importante na cultura do pessegueiro é a temperatura. Sendo um fator muito difícil, ou praticamente impossível de se manejar, desta forma se faz necessário escolher com critério o local para o cultivo (ARAUJO, 2004).

O fator genético é o mais importante na definição da necessidade de frio de cada cultivar para quebrar a dormência. Quando a exigência não é satisfeita, há uma série de sintomas e prejuízos, como: baixa porcentagem de brotação de gemas laterais e/ou retardamento da brotação; relativa antecipação da brotação das gemas terminais; floração desuniforme por período prolongado; e as flores podem apresentar pistilo ou pólen defeituosos, reduzindo, em grande número, a frutificação efetiva (NIENOW; FLOSS, 2002).

Dentro desse contexto Nava et al. (2009a) afirmam que o sucesso na frutificação e produção dessa espécie é dependente, sobretudo, das condições de manejo e do ambiente circundante ao pomar. Assim sendo, a frutificação e a produção da maioria das plantas frutíferas temperadas, incluindo o pessegueiro, estão associadas, num primeiro momento, ao desenvolvimento adequado das gemas florais. Com isso, os manejos nutricional e fitossanitário das plantas após a colheita, bem como condições ambientais adequadas para superação da dormência das plantas são fundamentais. Num segundo momento, condições meteorológicas favoráveis para a abertura das gemas, polinização e fecundação das flores são cruciais.

Para que se obtenha uma alta produtividade, com frutos de qualidade superior, o pessegueiro requer, durante a primavera e o verão, um adequado suprimento de água. Estima-se que a necessidade da planta esteja entre 70% e 100% da ETP (evapotranspiração potencial), obtida a partir de dados meteorológicos, variável com seu estágio de desenvolvimento (PEREIRA et al.,

2005). Na Espanha, os pomares de pêsego são irrigados com uma alta frequência mantendo dessa forma as plantas em ótimas condições hídricas, não deixando o pomar sofrer qualquer estresse hídrico (FACI et al., 2014).

Um dos principais problemas enfrentados pelos produtores de frutas é o manejo do pomar. Desta maneira a delimitação de áreas homogêneas através do estudo da variabilidade espacial e temporal dos atributos físicos do solo permitirá um manejo adequado conforme, as necessidades de cada local dentro do pomar, melhorando assim a qualidade do fruto e aumentando a produtividade do pomar (TERRA, 2012). O estudo da variabilidade espacial e temporal dos atributos da planta poderá conduzir a técnicas de manejo mais apropriadas, buscando a racionalização do uso da água, a aplicação de fertilizantes e corretivos e a preservação dos recursos naturais disponíveis (TERRA et al., 2015).

Com relação ao teor de água no solo, Timm et al. (2007a) mencionam que nem toda a água que precipita sobre uma determinada área irá realmente contribuir para aumentar a umidade do solo. Sendo assim, os autores relatam que é de suma importância recorrer a uma definição de “precipitação efetiva”, como sendo esta a parcela de precipitação total, que atinge o solo, infiltra e fica retida na camada do solo para a qual se deseja acompanhar o comportamento da umidade.

A cultura do pessegueiro apresenta 90% de suas raízes nos primeiros 0,50 m de profundidade do solo (TIMM et al., 2007a). O sistema radicular da cultura juntamente com as características do solo é que definem a quantidade de água disponível para a planta.

A região de Pelotas localizada entre os paralelos 23°30' e 33°45' faz parte, segundo a classificação de Köppen, da região do Brasil que é de clima mesotérmico úmido (Cf), e temperado (Cfb). Apesar de ocorrer expressiva deficiência hídrica na maior parte da região, existem locais mais altos com suficiente disponibilidade de água, mas por outro lado é comum a ocorrência de geadas no inverno e de granizo na maior parte da região (TIMM et al., 2007a). Podendo influenciar na produtividade da cultura, resultando em um abortamento de flores e até mesmo de frutos.

3.4. Necessidade hídrica do pessegueiro

O consumo de água pelas comunidades vegetais é um parâmetro importante a ser considerado nos estudos de regionalização agrícola ou na avaliação da produtividade das culturas (CRUZ, 2003).

As frutíferas de caroço na região sul do Brasil, na maioria dos anos vem sofrendo alguns problemas devido ao estresse hídrico seja pela falta ou excesso, em períodos críticos para a cultura, na fase que antecede a maturação dos frutos e na fase do florescimento, respectivamente (MARTINAZZO et al., 2012). Esses problemas podem ser observados também, na região Sul do Rio Grande do Sul.

O pessegueiro apresenta diferença quanto ao seu comportamento a condições adversas de umidade no solo reduzindo seu crescimento e produção de frutos (PEREIRA, 2005).

Em contra partida SIMÕES (2007), avaliando quatro níveis de irrigação deficitária (N1= 100% da água transpirada (AT), N2= 80% da AT, N3= 60% da AT e N4= 40% da AT) em plantas de pessegueiro em substrato verificou que um manejo deficitário de 60% da AT acelera a senescência das folhas. Para o diâmetro do caule SIMÕES (2007) verificou que o manejo deficitário teve influencia no tratamento submetido ao maior déficit sendo este de 40% da AT, já para o crescimento de ramos um manejo deficitário de 80% da AT já afetou o crescimento de ramos, no entanto para a produção, número de frutos colhidos e queda de frutos não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos utilizados pelo autor. Sendo possível observar que o pessegueiro tolera algum déficit hídrico sem afetar a produção afetando de maneira mínima os componentes de crescimento da cultura dependendo do déficit sofrido.

Com a ocorrência de estresse hídrico, pode ocorrer redução na produção. O estresse pode, ainda, causar prejuízo na produção do ano seguinte, influenciando na diferenciação floral. Visto que, o pessegueiro necessita de uma lâmina de água de cerca de 600 mm para completar o ciclo (PEREIRA et al., 2005).

Devido há grande porcentagem de água nas plantas, em torno de 80 a 90% do seu peso fresco (DIAS, 2008), está é de suma importância para o crescimento e desenvolvimento das mesmas. Desta forma, qualquer desequilíbrio no fluxo de água no interior da planta pode causar estresse hídrico e conseqüentemente um mau

funcionamento de inúmeros processos celulares, principalmente no seu crescimento (SIMÕES, 2007).

Dentro desse contexto, a aplicação da irrigação em pomares tem como finalidade minimizar os efeitos perniciosos do estresse hídrico sobre o crescimento, os rendimentos e qualidade de frutos. A irrigação é útil na busca de um crescimento e rendimento máximos numa ampla gama de condições de cultivo em todo mundo (CRUZ, 2003).

Simões (2007) sugere que, para a Região de Pelotas-RS seja realizada uma avaliação econômica do uso da irrigação na cultura do pessegueiro, correlacionando com a probabilidade de déficit hídrico, para que se possa obter a viabilidade da utilização da irrigação suplementar para a cultura do pessegueiro nessa Região. O autor evidencia que dados da Embrapa Clima Temperado, mostram uma probabilidade de déficit hídrico para a Região de Pelotas-RS superior a 20%, para déficits de até 20 mm de armazenamento de água no solo durante o ciclo produtivo da cultura, em especial no final do mês de dezembro e início do mês de janeiro.

3.5 Efeito do déficit hídrico no pessegueiro e seus indicadores

Diversos estudos científicos têm sido realizados com o intuito de determinar o impacto da deficiência hídrica nas plantas com usos e medidas diferentes como: potencial hídrico, o potencial hídrico do caule ao meio dia, temperatura foliar, transpiração e contração do caule. Sendo os mais confiáveis o potencial hídrico de base (medido ao amanhecer), o potencial hídrico do caule ao meio dia e o acúmulo da transpiração, permitem uma detecção do estresse hídrico de maneira mais confiável (REMORINI; MASSAI, 2003).

Em condições naturais e agricultáveis, as plantas estão frequentemente expostas ao estresse ambiental, seja por fatores bióticos ou abióticos. Alguns desses fatores como a temperatura do ar, por exemplo, podem se tornar estressantes em poucos minutos; enquanto outros como o conteúdo de água no solo, podem levar dias ou até semanas e, ainda, fatores tais como as deficiências minerais no solo, necessitam de meses para se manifestar (MÉLO; SOARES, 2004), com isso, a produção já pode estar comprometida.

O impacto da escassez de água nos processos fisiológicos das plantas tem diferentes efeitos. Estes efeitos podem ser observados em várias escalas da planta,

onde a deficiência hídrica afeta o crescimento de ramos, bem como o desenvolvimento dos frutos (ROMERO et al., 2006).

De acordo com Reisser Júnior (2002), as plantas respondem ao estresse hídrico de diversas maneiras, sendo estas respostas indicadoras do efeito do estresse hídrico e são essenciais para estudos que envolvam irrigação, e estes indicadores podem determinar por comparação o estado hídrico das plantas em estudo podendo assim, inferir sobre o estado hídrico mais adequado para as mesmas.

Os organismos das plantas respondem de forma diferente a cada estresse sofrido pela mesma, seja estresse hídrico, falta de horas de frio, entre outros. Dentro de uma mesma espécie a resposta a esse estresse sofrido varia de acordo com a idade, do grau de adaptação e da atividade sazonal ou diária (SALAMONI, 2009).

O efeito da deficiência hídrica nas plantas causam diversas alterações fisiológicas nas mesmas como: alterações no crescimento, na área foliar, no sistema radicular, na abertura estomática, na fotossíntese, entre outros (COSTA, 2001).

Quando a absorção de água através das raízes não consegue manter-se com a transpiração, então à perda de teor relativo de água, o declínio do potencial de água e perda de turgor ocorre. A resposta inicial das plantas ao estresse hídrico é a redução do crescimento, mesmo antes de qualquer redução na assimilação (MULLER, 2011). A redução do turgor celular é o primeiro efeito sofrido pelas culturas em estresse hídrico por seca (SALOMANI, 2009).

Com o decréscimo da água no solo há uma queda no potencial de água nas folhas das plantas, levando à perda de turgescência e a redução da condutância estomática (SHALHEVET, 1993; apud, PAIVA, et al., 2005). Levando a um aumento da resistência à difusão gasosa e a diminuição na taxa de assimilação de CO₂ determinando assim uma menor perda de água por transpiração podendo também, afetar na fotossíntese (PAIVA et al., 2005), podendo afetar no crescimento das plantas.

A inibição do crescimento em extensão provoca uma diminuição da área foliar total e, conseqüentemente, uma redução na taxa transpiratória, levando um balanço hídrico positivo para a planta (CORDEIRO, 2012). As plantas utilizam uma estratégia para resistirem ao déficit hídrico que é a redução da transpiração, que ao longo do dia ocorre um rápido e reversível enrolamento das folhas (DIAS, 2008).

A restrição hídrica para a cultura do pessegueiro, altera o crescimento e o tamanho final dos ramos (SIMÕES, 2007), estresse hídrico durante o período final do crescimento (3-4 semanas anteriores a maturação) reduz o tamanho da fruta e sua qualidade (LOCKWOOD; COSTON, 2005).

SIMÕES (2007), avaliando diferentes restrições hídricas na cultura do pessegueiro verificou que, uma restrição de 40% de água em relação à transpiração máxima causam queda precoce das folhas de pessegueiro. O autor também afirma que a resistência estomática e o potencial da água na folha, ao amanhecer e ao meio dia, para a cultura do pessegueiro são indicadores adequados para o monitoramento do estresse hídrico.

A cultura do pessegueiro apresenta rápida recuperação de sua hidratação em curtos períodos de déficit hídrico, suportando restrições de até 75% de água em relação à transpiração máxima (SIMÕES, 2007). Podendo não afetar a produção da cultura.

Sendo assim, é importante o conhecimento das respostas de alguns atributos fisiológicos quanto às variações da disponibilidade hídrica no solo, em especial nos estádios de maior exigência hídrica da cultura, sendo importante o uso e manejo da irrigação, buscando uma maximização da produção e uma maior economia para com o uso da água (PAIVA et al., 2005).

3.6 A técnica de irrigação em pomares de pessegueiro

A fruticultura moderna está enfrentando o desafio da limitação dos recursos hídricos (MARSAL et al., 2014), o que torna de suma importância um adequado manejo. A irrigação é útil na busca de um crescimento e produtividades máximas numa ampla gama de condições de cultivo em todo o mundo (CRUZ, 2003).

A programação da irrigação tem sido definida por muitos autores, em essência, como a quantidade de água que deve ser aplicada nas culturas e quando aplicá-la, ou seja, o planejamento da aplicação de água na agricultura (ROSA et al., 2015). A técnica de irrigação pode trazer alguns benefícios ao produtor, em decorrência de déficit hídrico natural em determinadas regiões (REISSER JÚNIOR, 1997) com isso, diferentes estratégias de irrigação e práticas agronômicas podem ser utilizadas para otimizar a produtividade e a qualidade dos frutos de pêsego (FACI et al., 2014).

A quantidade de irrigação necessária para a produção de frutas frescas em algumas regiões é alta, obrigando os fruticultores a encontrar formas de maximizar a economia de água e melhorar a produtividade de frutos final e a qualidade (PÉREZ-PÉREZ, 2014), através de um controle mais eficiente do manejo da irrigação (ROSA et al., 2013). Como consequência, há um crescente interesse em sistemas de irrigação localizada que pode fornecer de forma eficiente água e fertilizantes para as plantas (KOUMANOV et al., 2006).

A irrigação suplementar de pomares de pêssago é recomendada em muitos locais com precipitação irregular e é especialmente incentivada em solos arenosos e/ou calcários (FACI et al., 2014; FISK et al., 2015). Herter et al. (2003) mencionam que é de suma importância o uso da irrigação na cultura do pessegueiro em períodos de seca prolongados, principalmente no fim da primavera e início do verão, antes da colheita, no sentido de fornecer à cultura um adequado suprimento de água, de forma a se obter frutos de qualidade superior.

O uso de sistemas de irrigação capazes de aumentar a eficiência no uso da água pelas plantas, baseado nas reais necessidades hídricas da cultura irrigada, contribuem para o uso racional dos escassos recursos hídricos disponíveis no planeta (PEREIRA, 2006).

Os métodos de irrigação mais utilizados no Brasil são o de irrigação por superfície, aspersão e localizada. Na fruticultura, o método de irrigação mais utilizado é o de irrigação localizada, que inclui os sistemas de gotejamento e micro aspersão. Dentre os sistemas de irrigação localizada, o gotejamento é o mais utilizado na cultura do pessegueiro na região de Pelotas-RS (TIMM et al., 2007b). Visto que, a água é aplicada em pequenas quantidades e com uma alta frequência, sendo está aplicada diretamente na região do sistema radicular da cultura, mantendo assim a umidade no solo próxima à capacidade de campo (SOUZA, 2002), e também este sistema é utilizado em virtude de sua alta eficiência no uso da água (YAO et al., 2010; BOAS et al., 2011; MARTINS et al., 2011).

Por ser um sistema fixo, a irrigação por gotejamento exige alto investimento em obras e aquisição de equipamentos para captação, condução, controle e distribuição da água, devendo ser considerados gastos com energia e mão-de-obra para operação e manejo do sistema, que representam importantes custos adicionais à produção. Dessa forma, a determinação da viabilidade econômica de um

empreendimento que se inicia, é fundamental para o seu sucesso (BOAS et al., 2011).

Bryla et al. (2005) em um trabalho realizado para avaliar o potencial de diferentes sistemas de irrigação para reduzir o estresse das plantas de pêsego e melhorar a produção e qualidade de frutos, verificaram que o efeito do método de irrigação no crescimento e produção variavam de ano para ano, dependendo da idade da árvore e das condições meteorológicas. Sendo necessário desta forma, avaliar qual o método de irrigação é o mais adequado para determinada região, avaliando sua eficiência, custo de implantação e necessidade de suplementação de água via irrigação.

A aplicação da lâmina adequada de água e um manejo adequado do solo em pomares são essenciais tanto para a agricultura sustentável quanto para uma produção de alimentos de forma integrada aumentando dessa forma a eficiência do uso da água (CROSS; DICKLER, 1994; PEREIRA, 2006; FACI et al., 2014). Para isso, torna-se necessário o conhecimento das necessidades hídricas das plantas, bem como a fase de maior exigência de água das mesmas, sendo tal informação indispensável para o êxito do empreendimento (PAIVA et al., 2005).

A aplicação de água com déficit ou em excesso e a falta de drenagem são os maiores problemas relacionados à irrigação. Dentro desse contexto, deve-se realizar o manejo racional da irrigação, visando minimizar o consumo de energia, maximizar a eficiência de uso da água e manter favoráveis as condições de umidade do solo e de sanidade das plantas. Sendo importante também associar técnicas que realmente incrementem a produtividade e a qualidade de frutos e, ao mesmo tempo, possibilitem a redução de custos (PEREIRA, 2006).

Segundo Koumanov et al. (2006), mesmo com a melhoria intensiva da técnica dos sistemas de irrigação localizada, nas últimas décadas, os métodos de manejo da irrigação não mudaram desde o surgimento da irrigação localizada nos anos sessenta do século passado.

A complexidade da relação entre o sistema solo-planta-atmosfera, torna o manejo da irrigação mais complexo já que se torna evidente a necessidade de um melhor entendimento do sistema como um todo. Se entendermos a complexidade e a interação do sistema solo-planta-atmosfera poderemos realizar um manejo da irrigação de uma forma mais eficaz e sustentável.

3.7 Manejo da irrigação

A gestão da água para a agricultura está se tornando cada vez mais complexa. Os desafios das alterações climáticas terão de ser cumpridos através de adaptações. A agricultura é um setor importante proporcionando oportunidades de emprego para a população rural, e assegurando a segurança alimentar mundialmente. No entanto, a agricultura requer água, um recurso cada vez mais escasso. Escolhas de gestão para água na agricultura incluem uma grande variedade de técnicas, infraestrutura, economia e fatores sociais, ou seja, um adequado manejo desse recurso natural (IGLESIAS; GARROTE, 2015).

A irrigação não deve ser considerada isoladamente, mas sim como parte de um conjunto de técnicas utilizadas para garantir a produção econômica de uma determinada cultura, com adequados manejos dos recursos naturais, perseguindo-se a produção integrada e a melhor inserção nos mercados (MONTOVANI et al., 2006).

O manejo da irrigação consiste na determinação do momento, da quantidade e de como aplicar a água. O manejo ou monitoramento da irrigação pode ser realizado tendo como indicador, a planta, o solo, o clima, ou pela associação destes. O manejo das irrigações também pode ser diferenciado nos estádios de desenvolvimento da cultura, de acordo com a maior ou menor sensibilidade ao estresse hídrico e seu efeito na produção (PIRES et al., 1999).

Dentro do manejo da irrigação nos diferentes estádios fenológicos da cultura está à irrigação com déficit regulado, onde esta envolve a indução ao estresse hídrico das árvores durante fases em que esse estresse não irá afetar a produção da cultura, fases estas onde é realizada a irrigação abaixo da evapotranspiração da cultura (SOTIROPOULOS, 2010). Nesse contexto, o manejo com déficit regulado pode ser uma ferramenta útil para reduzir o uso da água na agricultura maximizando sua eficiência e reduzindo os custos para os produtores (SAMPEIRO et al., 2015).

Alguns autores como Naor et al. (2005), Girona et al. (2005, 2003) e Lopez et al. (2007) avaliando a cultura do pessegueiro fazem uma ressalva que a aplicação da irrigação com déficit regulado deve ser realizada de forma cuidadosa para que não ocorra um estresse hídrico muito severo que poderia assim, acarretar em alguns distúrbios de rendimento e de frutas na colheita do ano seguinte.

Sampeiro et al. (2015) verificaram em estudo com ameixa Japonesa que, o déficit regulado no pós-colheita a longo prazo, cinco anos, não afetou o crescimento e a produção vegetal da cultura.

3.7.1 Manejo da irrigação via clima

O conhecimento dos fatores climáticos é de fundamental importância para o manejo racional da irrigação. Estes fatores permitem estimar a evapotranspiração, que é o consumo de água de um determinado local, através da evaporação da água do solo e pela transpiração das plantas, ocorrida durante o processo de fotossíntese (HERNANDEZ, 1999).

Vários manejos da irrigação via clima tem como base a utilização da reposição de água para as culturas através de alguns métodos de determinação. Dentre estes manejos estão: manejos realizados com base da medida diária da evaporação, através do tanque classe A (SOUZA et al., 2012); manejo da irrigação baseado no método proposto por Allen et al. (1998), utilizando o método de Penman-Monteith para determinar a evapotranspiração de referência (ROSA et al., 2015; SAMPERIO et al., 2015), outros manejos baseiam-se na precipitação durante o cultivo, onde é realizada a reposição de água via irrigação caso a precipitação semanal seja inferior a 25 mm (FISK et al., 2015).

Pereira (2006) evidencia que, a estimativa da evapotranspiração favorece o planejamento e o manejo adequado dos sistemas de irrigação. Visto que, o fator ambiental pode explicar as variações de produtividade nos pomares ao longo dos anos (NAVA, 2009b).

A estimativa de evapotranspiração de uma cultura pode ser determinada 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. Já, o método indireto para estimar a evapotranspiração é realizado através de modelos matemáticos baseados em dados climáticos (TURCHIELLO, 2011).

Um fator indispensável para realizar a quantificação da demanda hídrica de uma cultura é o conhecimento de seu coeficiente de cultivo (K_c), este é um componente importante para estimar as necessidades hídricas das culturas nas condições edafoclimáticas do local onde as mesmas se encontram (DA SILVA et al.,

2013). Os autores evidenciam que, conhecer o K_c de forma precisa auxilia na determinação das condições hídricas das culturas, seja para o manejo de água na irrigação ou no planejamento de sistemas hidro agrícolas.

O coeficiente de cultivo varia de forma temporal conforme a fase de desenvolvimento da cultura utilizada, pois no ambiente atmosférico a dinâmica de fluxo de água é uma integração de diversos fatores climáticos de cada região Doorenbos e Kassam (1994). Para a determinação da evapotranspiração de referência o método de Penman-Monteith (FAO), é considerado como o método padrão para este cálculo, pois o método leva em conta uma gama de dados climáticos em sua determinação (LOPES et al., 2011).

No entanto, alguns autores como Pires et al. (1999) e Terra (2010a), evidenciam que o manejo da irrigação via clima pode simplesmente repor a demanda atmosférica do dia ou de dias anteriores desde a última irrigação ou calcular a reposição de água via metodologia do balanço hídrico, não suprimindo a necessidade hídrica cultura.

3.7.2 Manejo da Irrigação via Planta

Nos últimos anos, a utilização de indicadores de estado de água à base de plantas tornou-se muito na “moda” para o planejamento mais preciso de programas de manejo, pois é admitido que a árvore seja o melhor indicador do seu próprio estado hídrico (CONEJERO et al., 2011).

Considerando a planta como referencial para o manejo das irrigações, existem alguns métodos indicativos do estado hídrico que podem ser utilizados, tais como: potencial hídrico das folhas, resistência estomática, temperatura do dossel vegetativo, determinação do grau de turgescência das folhas, entre outros (PIRES et al., 1999).

A avaliação do aparecimento e gravidade do estresse hídrico tem sido, e ainda é, uma área de interesse para árvores de fruto. Indicadores de estresse de água sensíveis foram derivados a partir de medições de taxa de fluxo de seiva, alterações de diâmetro em órgãos condutores, normalmente o tronco, potencial de água no ramo e/ou folha (FERNÁNDEZ et al., 2011).

Um bom indicador do déficit hídrico nas plantas pode ser o potencial de água na folha. O potencial de água na folha descreve o comportamento energético em

que ela se encontra, onde seus gradientes explicam os fluxos de água no sistema solo-planta-atmosfera (BERGONCI et al., 2000). Sendo o potencial de água na folha e/ou no ramo uma medida que determina quão eficientemente a água é transportada pela planta (SACK; HOLBROOK, 2006), por que as medidas de potencial integram os efeitos do solo, da planta e das condições atmosféricas sobre a disponibilidade de água dentro da própria planta (WELLS, 2015).

O potencial de água no ramo da cultura, este medido ao meio dia, pode ser uma ferramenta sensível e rápida no manejo da irrigação e é considerado um bom indicador de estresse hídrico das plantas em muitas árvores de folha “caduca”, englobando o pêssego e a nectarina (NAOR, 1999; WELLS, 2015).

Abrisqueta et al. (2012), avaliando o potencial hídrico da planta nas folhas, verificaram que valores na faixa de -10 bar, podem corresponder a um indicativo de que as plantas já se encontrem em estresse elevado. O potencial de água na folha e/ou no ramo é o indicador mais simples de estresse hídrico das plantas, que pode ser monitorado e, portanto, apontar sua necessidade de irrigação, pois integra o efeito do solo, da planta e das condições atmosféricas sobre a disponibilidade de água dentro da própria planta (PERETZ et al., 1984). Poderia assim, fornecer o conhecimento do início e do final desses períodos não críticos e a água da planta em níveis de estresse, alcançado a implementação de estratégias de irrigação deficitária regulada (PÉREZ-PASTOR et al., 2014).

É importante para quantificar, o estresse hídrico e submeter árvores para tal estresse durante períodos não críticos sem afetar o rendimento, o conhecimento do potencial de água na planta para cada estágio fenológico é de suma importância para o manejo da irrigação (ROSA et al., 2013).

Conejero et al. (2007), evidenciam que o manejo da irrigação via planta, através do potencial de água na mesma, possui como suas principais desvantagens a grande demanda de medições intensivas e a grande frequência de saídas a campo para coleta dos dados.

A flutuação diária do diâmetro do tronco, ou seja, a diferença entre diâmetro máximo tronco no início da manhã e mínimo diâmetro do tronco no início da tarde, é outro indicador de estresse hídrico que fornece informações da condição hídrica da planta, que vem sendo utilizado com êxito no manejo da irrigação (CONEJERO et al., 2011; FERNÁNDEZ et al., 2011; ORTUÑO et al., 2010; CONEJERO et al., 2007).

3.7.3 Manejo da Irrigação via Solo

Para o manejo da irrigação monitorando-se a umidade do solo existem vários métodos e instrumentos que podem ser utilizados, dentre eles: o método gravimétrico (considerado padrão), sonda de nêutrons, reflectometria no domínio do tempo (TDR), reflectometria no domínio da frequência (FDR), blocos de gesso, tensiômetros, entre outros.

O manejo da irrigação pode ser programado sempre que o conteúdo de água no solo diminuir de um nível em que não afete a produtividade da cultura, sendo este nível crítico determinado anteriormente. O uso de sensores para determinação do potencial de água no solo pode ser usado para agendar irrigações sempre que o potencial de água no solo atingir um limite previamente definido (VARBLE e CHÁVEZ, 2011).

De acordo com Reichardt e Timm (2012), a utilização de métodos indiretos para determinação da umidade do solo, como tensiômetro, esses a partir da curva de retenção de água no solo, é considerado o método mais barato, possuindo a vantagem de ser prático e de obter resultados com boa precisão. Sendo um método acessível para o produtor rural.

A resposta das plantas ao potencial de água no solo tem sido estudada por muitos pesquisadores; no entanto, o potencial de água no solo não indica, de maneira geral, as condições de déficit ou excesso de água na profundidade do solo explorado pelo sistema radicular das plantas (CARLESSO, 1995).

Abrisqueta et al. (2012) evidencia que, o método direto para determinação da umidade do solo é muito trabalhoso e maçante tendo em vista que, existem uma gama de sensores para medições do conteúdo de água no solo de forma contínua e em tempo real acelerando a tomada de decisão de forma precisa. Dentro desse contexto, Oliveira Filho et al. (2000) sustenta que a determinação da umidade do solo é de suma importância para a realização de um bom manejo de água no solo e dos sistemas de irrigação, fazendo uma ressalva que há uma necessidade de um aperfeiçoamento nas metodologias de determinação de água no solo.

No entanto, esses sensores de determinação do conteúdo de água no solo estão sendo usados de forma generalizada para todos os tipos de solo, sem avaliar seus desempenhos em tipos diferentes de solos (VARBLE; CHÁVEZ, 2011).

Bamberg et al. (2015) e seus colaboradores evidenciam que, apesar das vantagens desses equipamentos, há uma necessidade de realizar uma verificação da sensibilidade, da precisão e da exatidão para os mais diversos solos.

3.8 Potencial de água na planta

A água no sistema solo-planta-atmosfera busca sempre o equilíbrio termodinâmico. Visto que, esse estado da água pode ser descrito pela lei da *energia livre de Gibbs* da termodinâmica (potencial para realizar trabalho) (MÉLO; SOARES, 2004).

A água tem funções fisiológicas que ela desempenha na planta, sendo o principal constituinte dos tecidos; como excelente solvente para nutrientes; como imprescindível reagente em processos metabólicos; como mantenedora da turgescência e moderadora térmica dos tecidos das plantas (ANGELOCCI, 2002).

Para entender o transporte de água através de compartimentos de diferentes volumes (solo, células de plantas, atmosfera, etc.), deve-se entender os componentes do potencial hídrico. O potencial hídrico é o potencial químico da água no sistema (μ_w), expresso em unidade de pressão, e comparado com o potencial químico da água pura ($\mu^{\circ w}$) em pressão atmosférica e mesma temperatura. O potencial hídrico da água pura foi estabelecido como zero (convencionou-se). Portanto, os valores de potencial hídrico (Ψ_w) nas células são quase sempre negativos. Na maioria dos sistemas biológicos, o fluxo de água é controlado pelo Ψ_w , com a água se movendo de regiões de maior para regiões de menor potencial (LACERDA, 2007).

A energia livre da água pode ser influenciada por quatro principais fatores: concentração, pressão, forças de superfície, coloidais e gravidade (LACERDA, 2007). Sendo o potencial hídrico (Ψ_w) representado pela seguinte equação:

$$\Psi_w = \Psi_{os} + \Psi_p + \Psi_m + \Psi_g$$

Eq. 1

em que Ψ_{os} é o potencial de concentração (potencial osmótico); Ψ_p é o potencial de pressão; Ψ_m é o potencial matricial; Ψ_g é o Potencial gravimétrico.

Quando se estuda o potencial de água nas células das plantas, a equação é simplificada. Sendo a seguinte equação:

$\Psi_w = \Psi_{os} + \Psi_p$	Eq. 2
-------------------------------	-------

Desta maneira, o potencial gravitacional é ignorado porque ele é desprezível quando as distâncias verticais são pequenas. Já, o potencial matricial, embora existindo dentro das células este seja considerado desprezível (LACERDA, 2007).

4. Material e Métodos

4.1 Localização e clima da região de estudo

O estudo foi realizado no período de agosto de 2014 a julho de 2015 em um pomar comercial de pessegueiro localizado no município de Morro Redondo-RS, coordenadas geográficas de 31° 31' 55,30" na latitude sul e de 52° 35' 37,87" na longitude oeste, e a uma altitude de 243 m em relação ao nível médio do mar. O clima da região é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen, i.e., temperado úmido com verões quentes (REISSER JÚNIOR et al., 2008). A região possui registros médios anuais de temperatura, umidade relativa do ar e chuva de 18°C, 78,8% e 1.502 mm, respectivamente.

4.2 Descrição do pomar

O pomar de pessegueiro, cultivar Esmeralda com porta enxerto não identificado, foi implantado em 2007, possuindo desta forma oito anos de idade durante a realização do presente estudo. As práticas culturais realizadas no pomar foram: poda, raleio, manejo fitossanitário, capina, dentre outras. Nas entre linhas do pessegueiro foi cultivada aveia visando a proteção da superfície do solo, já que o pomar encontrava-se instalado em área cuja declividade é de aproximadamente 7%. É importante ressaltar que todos os tratamentos culturais foram realizados pelo produtor.

4.3 Descrição da área experimental

A área experimental possuía em torno de 1,8 ha, sendo composta por 18 linhas de pessegueiro, num total de 1.450 plantas, espaçadas entre si de 1,5 m ao longo da linha e de 6,0 m entre linhas. Em julho de 2010, foi estabelecida uma malha experimental constituída de 101 plantas (Figura 1) que foram aleatoriamente demarcadas em um estudo previamente conduzido por Terra (2012). Nesse período (2010-2012) foram coletadas amostras de solo com estrutura deformada, nas camadas de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m, em uma trincheira aberta ao lado de cada uma das 101 plantas, onde foram realizadas análises físicas do solo, conforme metodologias descritas em Terra (2012).



Figura 1: Imagem aérea do pomar de pessegueiro ilustrando a malha experimental estabelecida e as 101 plantas demarcadas ("0" identificação da planta morta). Fonte: Terra (2012).

A partir da aplicação da Teoria das Variáveis Regionalizadas (Geoestatística), Terra (2012) elaborou mapas de distribuição espacial das frações granulométricas (areia, silte e argila) e quatro zonas homogêneas do ponto de vista textural foram delimitadas (Figura 2). Entretanto, do ponto de vista prático somente duas áreas homogêneas foram adotadas neste estudo: uma classificada como Franco Arenosa (argila - 129 g.kg^{-1} , areia - 679 g.kg^{-1} , silte - 192 g.kg^{-1}) e outra como Franco Argilo Argilosa (argila - 290 g.kg^{-1} , areia - 437 g.kg^{-1} , silte - 273 g.kg^{-1}) (TERRA, 2012).

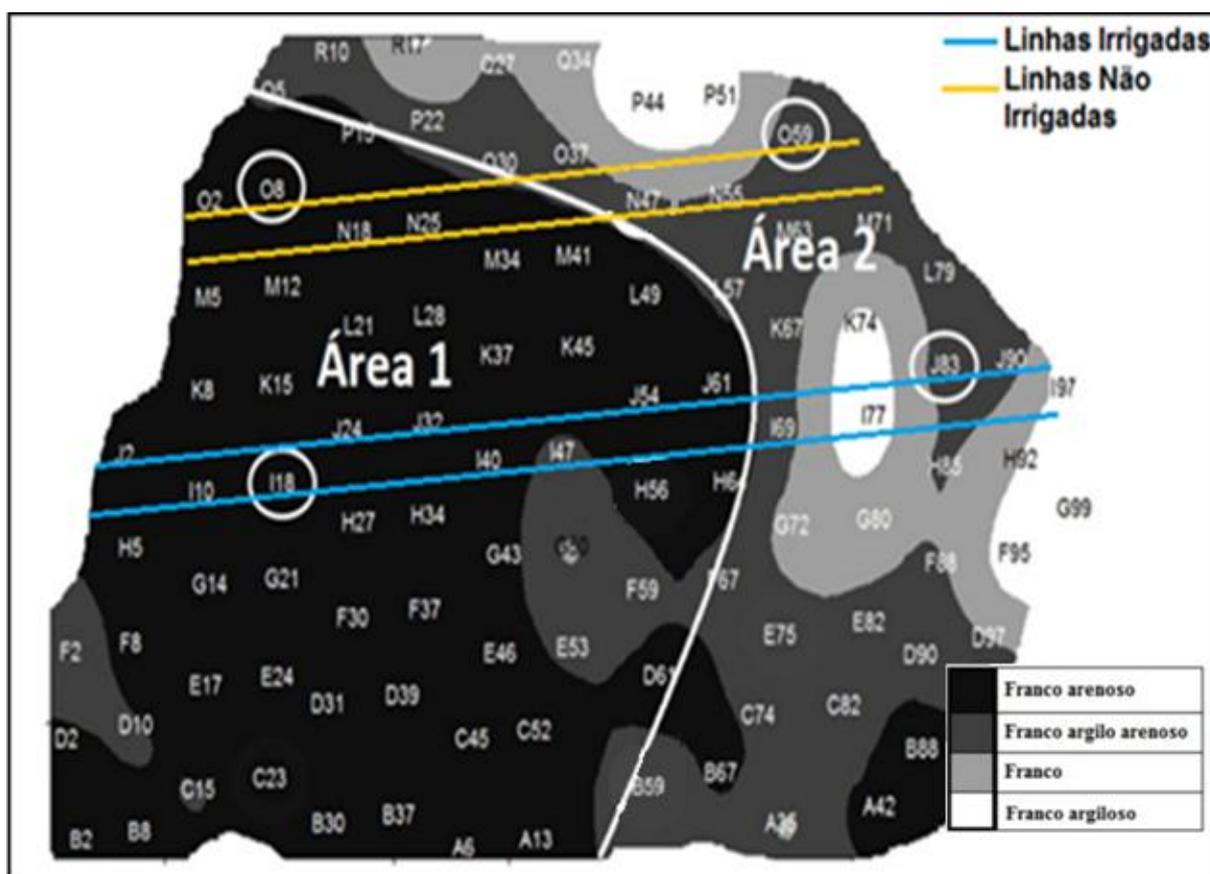


Figura 2: Mapa indicando as áreas homogêneas delimitadas do ponto de vista textural e a localização das linhas de pessegueiro com irrigação e sem irrigação na área experimental (“O” identificação das plantas onde foram monitorados o potencial de água no ramo e o conteúdo de água no solo). Fonte: Terra (2012).

As amostras para as análises químicas do solo foram coletadas com o auxílio de um trado calador no período de dormência do pessegueiro (entre safra no ano de 2014), sendo acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Os seguintes atributos químicos foram determinados: potencial hidrogeniônico em água (pH água), índice SMP, matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva e a pH 7,0, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), fósforo (P) e potássio (K). A saturação por base e por alumínio foram calculadas a partir dessas determinações. Todas essas análises foram realizadas seguindo metodologias descritas em Tedesco et al. (1995). Os valores médios dos atributos químicos do solo determinados nas duas classes texturais (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa), nas camadas de 0 - 0,20 m e de 0,20 - 0,40 m, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Valores médios de pH, índice SMP, matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efetiva), capacidade de troca de cátions pH 7,0, cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), fósforo (P), potássio (K), saturação por bases e alumínio, e suas respectivas interpretações de acordo com Manual de Adubação e Calagem (SBCS, 2004), nas camadas de 0 - 0,20 m e 0,20 - 0,40 m, nas duas classes texturais avaliadas.

pH água	Índice SMP	MO -----%-----	CTC		Ca	Mg	Al	P	K	Saturação		
			Efetiva	pH 7,0						Bases	Al	
						-----cmol/dm ³ -----			-----mg/dm ³ -----		-----%-----	
Classe Textural Franco Arenosa												
----- 0,00 - 0,20 m -----												
6,0	6,7	1,9 B	4,3	6,3	3,2 M	0,9 M	0,0	18,7 M	88,0 A	76,0 A	0,0 MB	
----- 0,20 - 0,40 m -----												
5,7	6,3	1,4 B	3,6	6,0	2,3 M	1,1 A	0,1	4,4 B	48,2 M	59,0 B	3,5 B	
Classe Textural Franco Argilo Arenosa												
----- 0,00 - 0,20 m -----												
5,9	6,5	2,5 B	6,5	9,0	4,8 A	1,4 A	0,0	11,3 M	117,6 A	71,8 A	0,4 MB	
----- 0,20 - 0,40 m -----												
5,7	6,3	2,2 B	5,8	8,9	3,8 M	1,7 A	0,2	3,3 MB	64,9 A	63,6 B	3,5 B	

MB (Muito Baixo), B (Baixo), M (Médio), A (Alto)

No intuito de estudar o efeito da irrigação sobre a possível redução da variabilidade dos componentes de produtividade do pessegueiro nas duas zonas homogêneas delimitadas, foram avaliadas quatro linhas de plantas, sendo duas com irrigação e duas sem irrigação. Essas plantas foram selecionadas por meio da avaliação do diâmetro de tronco, ou seja, eliminando os valores de diâmetro tronco inferiores ao primeiro e superiores ao terceiro quartil. Desta forma, foram selecionadas 20 plantas ao longo de cada linha (10 plantas em cada área homogênea), resultando em um total de 80 plantas avaliadas na combinação classe textural com irrigação; classe textural sem irrigação. O delineamento experimental adotado no presente estudo foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2.

4.4 Manejo da irrigação

O método de irrigação utilizado foi o de irrigação localizada com sistema de gotejamento, usando gotejadores com vazão de 2,47 L/h espaçados de 0,75 m entre si. O manejo da irrigação foi baseado na reposição de água no solo duas vezes por semana, nas segundas e quintas-feiras. A lâmina de irrigação aplicada foi calculada com base na evapotranspiração da cultura (ET_c), a qual foi obtida pelo produto do coeficiente de cultura do pessegueiro (K_c) pela evapotranspiração potencial (ETP) que foi calculada por meio da equação de Penman-Van Bavel (SQUITTER DO BRASIL – MANUAL DO USUÁRIO, 2008), cujos valores foram obtidos a partir de uma estação automática Squitter instalada próxima a área experimental. Os valores do conteúdo volumétrico de água no solo referentes à capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente nas duas áreas homogêneas delimitadas (Figura 2) foram determinados por Terra (2012).

Os dados de chuva, evapotranspiração potencial, temperatura do ar, umidade relativa média do ar, radiação solar e velocidade do vento foram obtidos a partir de uma Estação Meteorológica Automática Squitter, modelo ISIS S1220 (Figura 3). A estação meteorológica foi instalada a aproximadamente 50 m da área experimental, sendo os dados registrados descarregados em um computador portátil duas vezes por semana (segundas e quintas-feiras). A estação foi programada para aquisição e registro de dados de hora em hora, os quais foram armazenados em um datalogger acoplado a mesma.



Figura 3: Estação Meteorológica Automática Squitter modelo ISIS S1220, utilizada para coleta de dados de chuva, evapotranspiração potencial, temperatura do ar, umidade relativa média do ar, radiação solar e velocidade do vento. Fonte: O Autor.

4.5 Monitoramento do conteúdo de água na planta - Potencial de água no ramo

Para monitorar o potencial de água no ramo foi utilizada uma câmara de pressão tipo "Scholander" da marca "PMS Instrument Company" como descrito por Scholander e Hammel (1965) (Figura 4). Para cada combinação classe textural com irrigação e classe textural sem irrigação foi selecionada uma planta para o monitoramento do potencial de água no ramo. Em cada planta foram realizadas duas leituras de potencial de água no ramo selecionando-se folhas sãs da sua parte mediana. As leituras foram realizadas duas vezes por semana (segundas e quintas-feiras) no intervalo entre às 11:00 h e 13:00 h. A média das duas leituras foi considerada como o potencial de água no ramo de cada planta.



Figura 4: Câmara de pressão de "Sholander" utilizada para medir o potencial de água no ramo. Fonte: O Autor.

4.6 Monitoramento do conteúdo de água no solo

O conteúdo de água no solo foi monitorado, com o auxílio de uma sonda de capacitância modelo Diviner 2000® (Figura 5), próximo às plantas onde foi medido o potencial de água no ramo. As medições foram realizadas duas vezes por semana, nas segundas e quintas-feiras, nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,30 m.



Figura 5: Sonda de capacitância modelo Diviner 2000® utilizada para monitorar o conteúdo de água no solo. Fonte: O Autor.

Em cada classe textural avaliada (Figura 2) foi ajustada uma equação de calibração para a sonda de capacitância. Para a obtenção da equação de calibração da sonda de capacitância (expressa à relação entre os valores de frequência relativa e o conteúdo de água volumétrico) é necessário, segundo Terra et al. (2010b), quantificar a leitura de frequência em meio líquido (FW) e no ar (FA). No presente estudo foi usado o mesmo modelo de sonda de capacitância anteriormente calibrado por estes autores. Durante o processo de calibração, Terra et al. (2010b) quantificaram os valores de FW utilizando-se caixas térmicas de 18 L de água, sendo um tubo de acesso instalado no centro da caixa, de tal forma que o tubo ficasse imerso na água. Já a leitura de frequência no ar (FA) foi quantificada inserindo-se a sonda em um tubo de acesso, o qual foi suspenso no ar durante um período de 10 s.

A frequência relativa (FR) foi calculada a partir da seguinte equação:

$FR = \left(\frac{FA - FS}{FA - FW} \right)$	Eq. 3
---	-------

em que FR é a frequência relativa; FA é a leitura de frequência no ar realizada com o tubo de PVC totalmente suspenso no ar por 10 s; FW é a leitura de frequência na água realizada no tubo de PVC imerso em uma caixa com 18 L de água; e FS é a leitura da frequência no solo.

A partir dos valores de FA, FW e de leituras de frequência no solo (FS) nas profundidades de 0,10; 0,20 e 0,30 m, a frequência relativa (FR) foi calculada (equação 3).

Para a etapa de calibração da sonda em cada classe textural avaliada, os conteúdos volumétricos de água no solo (θ) foram calculados a partir da multiplicação do conteúdo gravimétrico de água no solo pela densidade do solo. Desta forma, os pares de valores FR - θ obtidos em cada classe textural foram ajustados a uma equação do tipo potencial por meio do software Sigma Plot®. Para a classe textural Franco Arenosa foi ajustada a seguinte equação:

$\theta = 0,4700.FR^{3,3130}$	Eq. 4
-------------------------------	-------

em que θ é o conteúdo volumétrico de água no solo estimado ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) em função da FR calculada por meio da equação 3. Para a classe textural Franco Argilo Arenosa foi ajustada a seguinte equação:

$\theta = 0,4169.FR^{2,4268}$	Eq. 5
-------------------------------	-------

4.7 Cálculo da demanda de irrigação e do tempo de irrigação

De maneira isolada, as variáveis climatológicas são de pouca utilidade para a determinação das condições de umidade do solo. Para monitorar o comportamento do conteúdo de água no solo, é necessário avaliar, de forma integrada o efeito de cada uma das variáveis e suas interações (Figura 6). Nesse balanço, são calculadas

as entradas e saídas de água em um elemento de volume do solo, tomando-se por base a camada de solo delimitada pela profundidade efetiva do sistema radicular da cultura. Esse balanço pode ser descrito pela seguinte equação:

$AD_i = AD_{i-1} + P - ET_c$	Eq. 6
------------------------------	-------

em que AD_i é a lâmina de água armazenada no solo no dia i (mm); AD_{i-1} é a lâmina de água armazenada no solo dia anterior (mm); P é a chuva (mm); e ET_c é a evapotranspiração da cultura (mm).

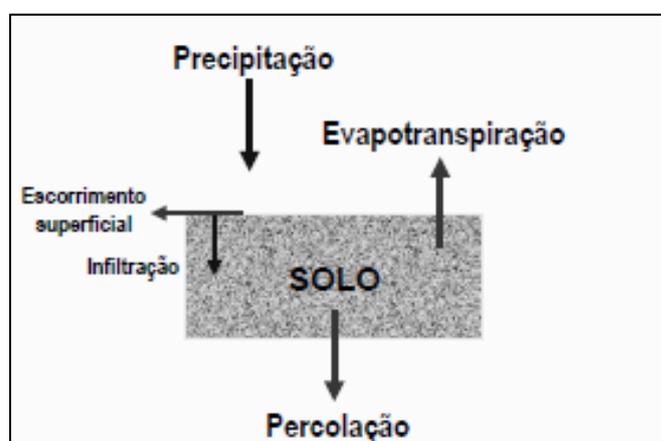


Figura 6: Representação esquemática dos componentes do balanço de água no solo (TIMM et al., 2007a).

No presente estudo a demanda de irrigação foi simplificada calculada duas vezes por semana (segundas e quintas-feiras) baseada na diferença entre a chuva e a evapotranspiração da cultura. A partir da demanda, o tempo de irrigação foi calculado seguindo a mesma metodologia adotada por Timm et al. (2007a).

A Figura 7 ilustra uma planilha contendo um exemplo de procedimento para cálculo do balanço hídrico visando o manejo de irrigação em pomares de pessegueiro no Pólo Produtivo de Pelotas-RS em um trabalho desenvolvido por Timm et al. (2007a).

Dia	Et ₀	K _c	Et _c	Prec.	Demanda	Q _i got.	Área (dm ²)	Taxa (mm/h)	Situação	Volume Irr.	Temp. Irrigação (h)
03/11/2014	0	1	0	66,5		2,47	45	5,06			
04/11/2014	0,47	1	0,47	0,5		2,47	45	5,06			
05/11/2014	5,2	1	5,2	0		2,47	45	5,06			
06/11/2014	2,8	1	2,8	0		2,47	45	5,06			
07/11/2014	3,7	1	3,7	0		2,47	45	5,06			
08/11/2014	2,8	1	2,8	0		2,47	45	5,06			
09/11/2014	5,7	1	5,7	0		2,47	45	5,06			
10/11/2014	5,8	1	5,8	0		2,47	45	5,06			
11/11/2014	4,2	1	4,2	0		2,47	45	5,06			
12/11/2014	0,8	1	0,8	7,5		2,47	45	5,06			
13/11/2014	2,5	1	2,5	0		2,47	45	5,06			
14/11/2014	5,4	1	5,4	0		2,47	45	5,06			
15/11/2014	5,2	1	5,2	0		2,47	45	5,06			
16/11/2014	5,4	1	5,4	0	42,47	2,47	45	5,06			
17/11/2014	3,1	1	3,1	0		2,47	45	5,06	irriga	20,25	4
18/11/2014	3,7	1	3,7	0		2,47	45	5,06	irriga	22,22	4,39
19/11/2014	3,3	1	3,3	0	10,1	2,47	45	5,06	irriga	10,1	1,99
20/11/2014	4,6	1	4,6	0		2,47	45	5,06		0	0,00
21/11/2014	2,7	1	2,7	3,25		2,47	45	5,06		0	0,00
22/11/2014	1,7	1	1,7	0		2,47	45	5,06		0	0,00
23/11/2014	6,2	1	6,2	0	11,95	2,47	45	5,06	irriga	6,8595	1,35
24/11/2014	6,8	1	6,8	0		2,47	45	5,06		0	0,00
25/11/2014	2,3	1	2,3	0,75		2,47	45	5,06		0	0,00
26/11/2014	3,9	1	3,9	0	12,25	2,47	45	5,06	irriga	12,25	2,42

Figura 7: Planilha contendo um exemplo de cálculo do balanço hídrico para cálculo da demanda de irrigação e o respectivo tempo de irrigação.

em que Et_0 é a evapotranspiração de referência diária (mm/dia); K_c é o coeficiente de cultivo da cultura no respectivo estágio de desenvolvimento; Et_c é a evapotranspiração da cultura (mm/dia); Prec. é a chuva diária (mm); Demanda é a demanda de irrigação (mm); Q_i got. é a vazão dos gotejadores (L/h); Área é a área molhada pelo gotejador (dm²); Taxa é a taxa de irrigação (mm/h); Volume Irr. é o volume a ser irrigado (mm) e Temp. Irrigação é o tempo em que o sistema de irrigação terá que ficar ligado para aplicar o volume de irrigação necessário (h).

No intuito de avaliar a faixa molhada pelos gotejadores ao longo da linha da cultura, a formação do bulbo de molhamento, em diferentes tempos de irrigação, foi monitorada nas duas classes texturais avaliadas. A formação do bulbo de molhamento foi avaliada em quatro tempos de irrigação, a saber: T1, T2, T3, T4 correspondentes a 20, 40, 60, 80 minutos de irrigação, respectivamente.

4.8 Componentes de rendimento do pessegueiro avaliados

A colheita no pomar de pessegueiro foi realizada em Dezembro de 2014, sendo que em cada planta demarcada nas duas linhas com irrigação e nas duas linhas sem irrigação foram avaliados os seguintes componentes de rendimento do pessegueiro:

4.8.1 Produção por planta

A produção total de frutos de cada planta nas duas linhas com irrigação e sem irrigação foi determinada a partir da contagem de frutos em cada planta e a sua respectiva pesagem para a determinação da massa fresca dos frutos.

4.8.2 Peso dos frutos

Após a colheita dos frutos, foi determinado o peso médio de cada fruto, dividindo-se a massa total de frutos de cada planta pelo número de frutos colhidos.

4.8.3 Firmeza de polpa

A firmeza de polpa do fruto foi determinada após a colheita por meio da amostragem de um fruto por planta em cada camada colhida, resultando em três frutos amostrados por planta, ou seja, conforme ocorreu à maturação das frutas foi realizada a colheita das mesmas (camada colhida). A determinação da firmeza de polpa foi realizada em dois lados equatoriais do fruto, onde previamente retirou-se a epiderme, e com o auxílio de um penetrômetro manual com ponteiras de 8 mm de diâmetro determinou-se a firmeza de polpa do fruto.

4.8.4 Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais no fruto (°Brix) foi determinado após a colheita por meio da amostragem de um fruto por planta em cada camada colhida, resultando em três frutos amostrados por planta, ou seja, conforme ocorreu à maturação das frutas foi realizada a colheita das mesmas (camada colhida). A determinação do teor de SST foi realizada nos mesmos frutos amostrados para a medição da firmeza de polpa. O teor SST foi determinado usando um refratômetro manual, o qual antes de iniciar a medição foi calibrado com água destilada (REARTER et al., 1987).

4.9 Parâmetros de crescimento

4.9.1 Crescimento e taxa de crescimento dos frutos

Após a realização do raleio em setembro de 2014, nas mesmas plantas selecionadas para a determinação da taxa de crescimento de ramos selecionaram-se ao acaso também cinco frutos por planta amostrada, os quais foram marcados e numerados com etiquetas. Com o auxílio de um paquímetro, determinou-se semanalmente o diâmetro sutural em cada fruto selecionado. Este diâmetro é definido como o maior diâmetro perpendicular ao eixo do fruto (DAVIS, 1942). A partir disto, foi calculada a taxa diária de crescimento dos cinco frutos selecionados em cada planta e posteriormente foi calculada a taxa média diária de crescimento de fruto de cada planta selecionada.

4.9.2 Crescimento e taxa de crescimento de ramos

Dentre as 80 plantas selecionadas, para o monitoramento da taxa de crescimento de ramos foram monitoradas 24 plantas na combinação fator irrigação (com ou sem irrigação) e fator classe textural de solo (Franco Arenosa ou Franco Argilo Arenosa) resultando em seis plantas em cada combinação (Figura 2). Em cada uma das plantas selecionadas, cinco ramos do ano foram marcados aleatoriamente nos diferentes quadrantes da região mediana de cada planta, sendo determinados semanalmente o seu comprimento (cm) com o auxílio de uma fita métrica. Desta forma, foi calculada a taxa diária de crescimento vegetativo dos cinco ramos selecionados em cada planta e posteriormente calculada a taxa média diária de crescimento de ramo em cada planta selecionada.

4.9.3 Crescimento relativo do diâmetro de caule

Para a avaliação do crescimento do diâmetro de caule em cada planta selecionada foram realizadas duas medições, uma em agosto de 2014 e outra em agosto de 2015. O diâmetro calculado a partir da medida do perímetro do tronco foi medido a 0,20 m acima da superfície do solo com o auxílio de uma fita métrica. O

crescimento total do caule em cada planta selecionada foi calculado da seguinte forma:

$C = \frac{\varnothing_f - \varnothing_0}{\varnothing_0} \cdot 100$	Eq. 7
---	-------

em que C é o crescimento relativo do caule (%); \varnothing_f é o diâmetro inicial* do caule (cm); \varnothing_0 é o diâmetro final** do caule (cm). * Diâmetro do caule medido em agosto de 2014; e ** Diâmetro do caule medido em agosto em 2015).

4.10 Análise estatística dos dados

Em cada conjunto de dados (Número de Frutos, Produção, Peso de Frutos, Sólidos Solúveis Totais, Firmeza de Polpa e Crescimento relativo do caule) coletados ao longo do experimento, a estatística descritiva foi aplicada no intuito de realizar uma análise exploratória dos dados, calculando as medidas de posição (média e mediana), de dispersão (valor mínimo e máximo, desvio-padrão, variância e erro-padrão da média) e de formato de cada distribuição (coeficientes de assimetria e de curtose). Para testar a normalidade dos conjuntos de dados aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de significância.

Também foi aplicada a análise de variância nos dados para experimentos bifatoriais no delineamento inteiramente casualizado (número de repetições igual a 20) considerando dois níveis do fator irrigação (com e sem irrigação) e dois níveis do fator classe textural de solo (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa). Quando a interação entre as classes texturais de solo com e sem irrigação foi significativa ($p \leq 0,05$), procedeu-se o desdobramento do fator irrigação (com e sem) dentro de cada classe textural de solo, por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Nos casos em que a interação foi não significativa ($p > 0,05$), testaram-se os efeitos principais das classes texturais de solo e do fator irrigação, separadamente e, realizou-se o teste de comparação de médias de Tukey para cada caso. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software GENES (CRUZ, 2013) e do aplicativo Office Excel®.

5. Resultados e Discussão

5.1 Análise descritiva dos resultados de cada combinação classe textural de solo sem e com irrigação

Na Tabela 2 são apresentados os valores da média, mediana, mínimo, máximo, desvio padrão, coeficiente de variação, coeficientes de curtose e de assimetria e o teste de Shapiro-Wilk para verificar a tendência de normalidade das variáveis número de frutos por planta (NF), produção de cada planta (PP), peso médio do fruto por planta (PMF), sólidos solúveis totais (SST), firmeza de polpa (FP) e crescimento relativo do caule (CC) para as 20 plantas de pessegueiro avaliadas na safra de 2014 para a classe textural Franco Arenosa sem e com irrigação.

Analisando os resultados da estatística descritiva para as 20 plantas de pessegueiro cultivadas na classe textural Franco Arenosa sem irrigação, pode-se observar que os valores da média dos conjuntos de dados das variáveis NF, PP e CC foram inferiores aos da mediana, comportamento este oposto para as variáveis SST e FP (Tabela 2). Já para a variável PMF os valores da média e mediana foram iguais. Os valores do coeficiente de variação (CV) dos dados variaram de 5,7% (SST) a 90% (CC) e de acordo com a classificação proposta por Wilding e Drees (1983), os CVs foram classificados como de baixa dispersão em torno da média para os dados de SST ($CV \leq 15\%$), de moderada para os dados de PP, PMF e FP ($15\% < CV \leq 35\%$) e de alta dispersão para os de NF e CC ($CV > 35\%$). Também pode ser notado que o teste de aderência de Shapiro-Wilk, a 5% de nível de significância, indica que as distribuições de probabilidades das variáveis NF, SST e FP tendem a normalidade enquanto a distribuição dos dados de PP, PMF e CC tendem a não-normalidade (Tabela 2), corroborando com os resultados referentes aos coeficientes

de assimetria e de curtose quando submetidos ao teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Valores da média, mediana, mínimo, máximo, desvio padrão, coeficiente de variação (CV), coeficientes de curtose e de assimetria e teste de Shapiro-Wilk para as variáveis número de frutos por planta (NF), produção de cada planta (PP), peso médio do fruto por planta (PMF), sólidos solúveis totais (SST), firmeza de polpa (FP) e crescimento relativo do caule (CC) para as 20 plantas de pessegueiro avaliadas na safra de 2014 para a classe textural Franco Arenosa sem e com irrigação

Estatística Descritiva	NF	PP	PMF	SST	FP	CC
Classe textural Franco Arenosa sem irrigação						
Média	206,25	22,57	0,11	12,27	7,84	2,60
Mediana	210,50	23,74	0,11	12,13	7,62	2,72
Mínimo	13,00	2,10	0,09	10,87	5,70	0,00
Máximo	347,00	31,56	0,16	13,43	11,33	6,67
Desvio padrão	73,32	7,00	0,02	0,70	1,53	2,34
CV (%)	35,6	31,0	18,2	5,7	19,5	90,0
Curtose ⁽¹⁾	1,77 ^{NS}	2,89*	3,26*	-0,37 ^{NS}	0,80 ^{NS}	-1,33 ^{NS}
Assimetria ⁽²⁾	-0,76 ^{NS}	-1,53**	1,44**	0,02 ^{NS}	0,98 ^{NS}	0,30 ^{NS}
Shapiro-Wilk ⁽³⁾	0,9477 ^N	0,8621 ^{NN}	0,8998 ^{NN}	0,9585 ^N	0,9216 ^N	0,8904 ^{NN}
Classe textural Franco Arenosa com irrigação						
Média	190,30	20,16	0,11	11,99	7,86	4,32
Mediana	192,50	23,28	0,12	11,65	8,02	3,42
Mínimo	18,00	1,64	0,07	10,37	5,67	0,00
Máximo	432,00	31,50	0,19	14,00	11,30	18,33
Desvio padrão	105,79	8,67	0,03	0,94	1,26	4,06
CV (%)	55,6	43,0	27,3	7,8	16,0	94,0
Curtose ⁽¹⁾	-0,04 ^{NS}	-0,45 ^{NS}	1,36 ^{NS}	-0,01 ^{NS}	1,70 ^{NS}	7,11*
Assimetria ⁽²⁾	0,25 ^{NS}	-0,82 ^{NS}	0,59 ^{NS}	0,72 ^{NS}	0,83 ^{NS}	2,27**
Shapiro-Wilk ⁽³⁾	0,9746 ^N	0,8974 ^{NN}	0,9380 ^N	0,9262 ^N	0,9364 ^N	0,7804 ^{NN}

⁽¹⁾ * Curtose difere de zero, pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. ^{NS} Não-significativo. ⁽²⁾ ** Assimetria difere de zero, pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. ^{NS} Não-significativo. ⁽³⁾ ^N Os dados seguem distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk, em nível de 5% de probabilidade. ^{NN} Não-seguem distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk, em nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 2 pode ser observado que para as 20 plantas avaliadas na classe textural Franco Arenosa com irrigação houve uma diminuição dos valores da média das variáveis NF, PP e SST e um aumento dos seus valores para as variáveis FP e CC, comportamento este não observado para a variável PMF. Com relação à posição dos valores de média e mediana, pode ser verificado que a irrigação causou uma inversão entre seus comportamentos para as variáveis FP e CC. Com relação a classificação da variabilidade dos dados em torno da média, pode-se verificar que a irrigação somente alterou a classificação de CV para a variável PP passando de moderada (sem irrigação – CV = 31,0%) para alta (com irrigação – CV = 43%)

(Tabela 2). A classificação dos CVs das demais variáveis permaneceu a mesma após a irrigação.

Com relação à tendência de normalidade dos dados avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk, nota-se na Tabela 2 que para as distribuições das variáveis NF, SST e FP a irrigação não alterou a tendência de normalidade dos dados. Já o comportamento das distribuições das variáveis PP, PMF e CC foi alterada pela irrigação, i.e., as distribuições de PP e CC que antes da irrigação eram classificadas como normais passaram para não-normais após a irrigação, enquanto que o contrário ocorreu para a variável PMF.

Conforme observado na Tabela 2, nota-se que a irrigação aumentou a variabilidade da produção das 20 plantas avaliadas de pessegueiro, sendo possível inferir que o aumento dessa variabilidade pode estar ligada à distância entre os emissores da fita gotejadora implantada atualmente no pomar que é de 0,75 m entre emissores, influenciando na condição hídrica dessas plantas. Este fato pode estar evidenciado na Figura 8 em que pode ser observado que não houve a formação de uma faixa contínua de molhamento na linha da cultura devido principalmente às condições texturais do solo, classificada como Franco Arenosa. Este comportamento é o esperado para solos de textura mais grosseira onde a distribuição predominante dos bulbos de molhamento é na direção vertical.

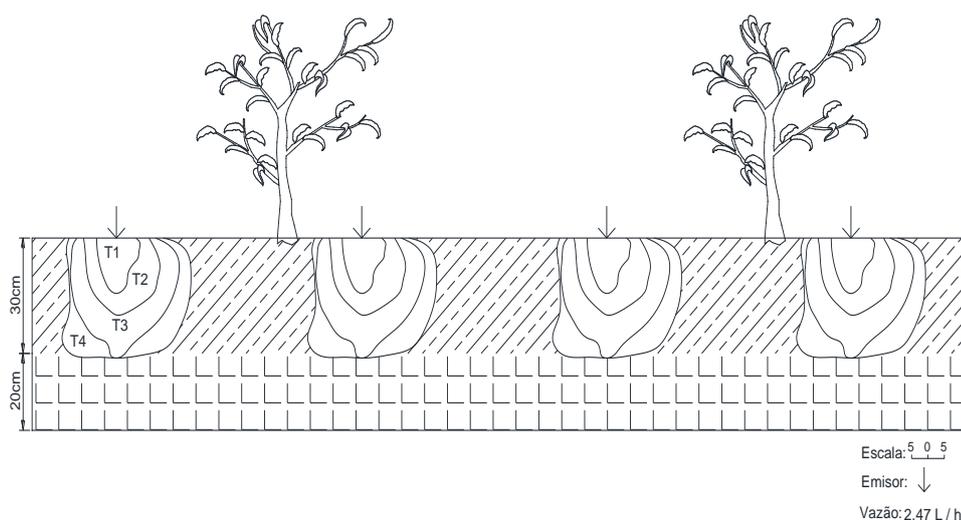


Figura 8: Formação do bulbo de molhamento em diferentes tempos de irrigação na linha da cultura pelo sistema de gotejamento instalado na classe textural Franco Arenosa. T1, T2, T3 e T4 = 20, 40, 60 e 80 minutos de irrigação, respectivamente.

Essa variabilidade na variável PP já havia sido observada por Terra (2012) na mesma área experimental nas safras de 2010 e 2011 sem a utilização da irrigação.

Terra (2012) observou valores de CV de 55,7% e 26,5% para esta variável nas safras de 2010 e 2011, respectivamente.

Na Tabela 3 são apresentados os valores da média, mediana, mínimo, máximo, desvio padrão, coeficiente de variação, coeficientes de curtose e de assimetria e o teste de Shapiro-Wilk para verificar a tendência de normalidade das variáveis número de frutos por planta (NF), produção de cada planta (PP), peso médio do fruto por planta (PMF), sólidos solúveis totais (SST), firmeza de polpa (FP) e crescimento total do caule (CC) para as 20 plantas de pessegueiro avaliadas na safra de 2014 para a classe textural Franco Argilo Arenosa sem e com irrigação.

Tabela 3 - Valores da média, mediana, mínimo, máximo, desvio padrão, coeficiente de variação (CV), coeficientes de curtose e de assimetria e teste de Shapiro-Wilk para as variáveis número de frutos por planta (NF), produção de cada planta (PP), peso médio do fruto por planta (PMF), sólidos solúveis totais (SST), firmeza de polpa (FP) e crescimento total do caule (CC) para as 20 plantas de pessegueiro avaliadas na safra de 2014 para a classe textural Franco Argilo Arenosa sem e com irrigação

Estatística Descritiva	NF	PP	PMF	SST	FP	CC
Classe textural Franco Argilo Arenoso sem irrigação						
Média	212,05	24,24	0,12	12,70	6,97	3,42
Mediana	219,00	24,42	0,12	12,43	6,83	2,00
Mínimo	23,00	3,40	0,09	11,17	5,30	0,00
Máximo	380,00	39,86	0,18	16,40	9,30	20,35
Desvio padrão	107,92	10,20	0,03	1,18	1,16	4,90
CV (%)	50,9	42,1	25,0	9,3	16,6	143,3
Curtose ⁽¹⁾	-0,81 ^{NS}	-0,40 ^{NS}	0,55 ^{NS}	4,06*	-0,66 ^{NS}	7,24*
Assimetria ⁽²⁾	-0,07 ^{NS}	-0,25 ^{NS}	1,01**	1,64**	0,30 ^{NS}	2,47**
Shapiro-Wilk	0,9536 ^N	0,9615 ^N	0,9097 ^N	0,8712 ^{NN}	0,9581 ^N	0,7080 ^{NN}
Classe textural Franco Argilo Arenoso com irrigação						
Média	172,70	19,31	0,12	12,13	8,26	2,77
Mediana	166,50	20,16	0,12	12,07	8,00	3,18
Mínimo	14,00	0,94	0,07	10,73	5,93	0,00
Máximo	411,00	35,66	0,21	13,40	10,70	7,58
Desvio padrão	108,98	9,96	0,03	0,74	1,52	2,06
CV (%)	63,1	51,6	25,0	6,1	18,4	74,4
Curtose ⁽¹⁾	-0,30 ^{NS}	-0,75 ^{NS}	3,68*	-0,76 ^{NS}	-1,31 ^{NS}	-0,15 ^{NS}
Assimetria ⁽²⁾	0,45 ^{NS}	-0,26 ^{NS}	1,27**	0,01 ^{NS}	0,26 ^{NS}	0,25 ^{NS}
Shapiro-Wilk	0,9702 ^N	0,9644 ^N	0,9040 ^{NN}	0,9736 ^N	0,9333 ^N	0,9199 ^N

⁽¹⁾ * Curtose difere de zero, pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. ^{NS} Não-significativo. ⁽²⁾ ** Assimetria difere de zero, pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade. ^{NS} Não-significativo. ⁽³⁾ ^N Os dados seguem distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk, em nível de 5% de probabilidade. ^{NN} Não-seguem distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk, em nível de 5% de probabilidade.

Analisando os resultados da estatística descritiva para as 20 plantas de pessegueiro cultivadas na classe textural Franco Argilo Arenosa sem irrigação,

pode-se observar que os valores da média dos conjuntos de dados das variáveis SST, FP e CC foram superiores aos da mediana, comportamento este oposto para as variáveis NF e PP (Tabela 3). Já para a variável PMF os valores da média e mediana foram iguais. Os valores do coeficiente de variação (CV) dos dados variaram de 9,3% (SST) a 143,3% (CC), sendo classificados como de baixa dispersão para os dados de SST ($CV \leq 15\%$), de moderada para os dados de PMF e FP ($15\% < CV \leq 35\%$) e de alta para os dados de NF, PP e CC ($CV > 35\%$), segundo a classificação de Wilding e Drees (1983). Nota-se também que o teste de Shapiro-Wilk, a 5% de nível de significância, indica que as distribuições das variáveis NF, PP, PMF e FP tendem a normalidade enquanto as distribuições das variáveis SST e CC tendem a não-normalidade (Tabela 3), corroborando de uma maneira geral com os resultados referentes aos coeficientes de assimetria e de curtose (teste t ao nível de 5% de probabilidade).

Na Tabela 3 também pode ser observado que para as 20 plantas avaliadas na classe textural Franco Argilo Arenosa com irrigação houve uma diminuição dos valores médios de NF, PP, SST e CC e um aumento do seu valor para FP. A irrigação não alterou os valores médios de PMF. Em relação à posição dos valores de média e mediana, pode ser verificado que a irrigação causou uma inversão entre seus comportamentos para as variáveis NF e CC. Com relação à classificação da variabilidade dos dados em torno da média, pode-se verificar que a irrigação não alterou a classificação dos CVs de todas as variáveis, entretanto houve um aumento da dispersão dos dados de NF, PP e FP em torno dos seus valores médios.

Com relação à normalidade dos dados, nota-se que a irrigação não alterou a tendência de normalidade das distribuições de NF, PP e FP, enquanto que o comportamento das distribuições das variáveis PMF, SST e CC foi alterada pela irrigação, i.e., as distribuições de SST e CC que antes da irrigação eram classificadas como não-normais passaram para normais após a irrigação, enquanto que o contrário ocorreu com a variável PMF (Tabela 3).

Observa-se na Tabela 3 que a irrigação aumentou a variabilidade da produção das 20 plantas avaliadas de pessegueiro na classe Franco Argilo Arenosa, passando de um CV de 42,1% (plantas sem irrigação) para 51,6% (plantas com irrigação). Acredita-se que isto se deva ao mesmo fato já mencionado ao comportamento da variável PP das 20 plantas avaliadas de pessegueiro na classe Franco Arenosa (Tabela 2 e Figura 8), evidenciado na Figura 9 em que pode ser

observado que não ocorreu a formação de uma faixa contínua de molhamento na linha da cultura.

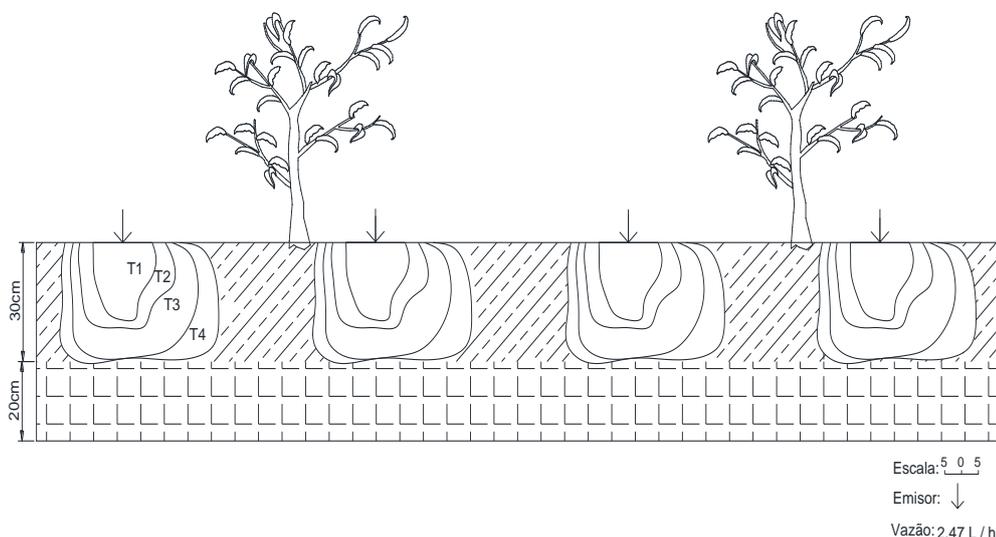


Figura 9: Formação do bulbo de molhamento em diferentes tempos de irrigação na linha da cultura pelo sistema de gotejamento instalado na classe textural Franco Argilo Arenosa. T1, T2, T3 e T4 = 20, 40, 60 e 80 minutos de irrigação, respectivamente.

Analisando-se conjuntamente as Tabelas 2 e 3, verifica-se que os valores médios do número de frutos por planta (NF) e produção de cada planta (PP) foram superiores para as 20 plantas cultivadas com irrigação na classe textural Franco Arenosa (Tabela 2) quando comparadas as avaliadas na classe Franco Argilo Arenosa (Tabela 3). Estas observações podem mostrar a influência da retenção da água pelas partículas de solo, independentemente da sua umidade. Ou seja, solos de textura mais grossa (solos com textura arenosa) permitem que a planta absorva água com menos consumo energético do que em solos de textura mais fina (solos com textura argilosa) o que pode influenciar nestas variáveis estudadas, o que foi observado neste estudo, onde mesmo com níveis elevados de conteúdo de água no solo na classe textural Franco Argilo Arenosa o potencial de água no ramo se encontrou em níveis significativos.

Apesar de valores absolutos maiores, a análise da variância destas variáveis não se mostrou significativa nos níveis normalmente estudados, provavelmente devido à variabilidade elevada destas variáveis.

Também pode ser detectado (Tabela 2 e Tabela 3) que o contrário ocorreu para as variáveis sólidos solúveis totais (SST) e firmeza de polpa (FP) que são variáveis qualitativas que expressam a qualidade do fruto. Para estas variáveis (SST

e FP), as diferenças mais significativas são relacionadas à irrigação na classe textural Franco Argilo Arenosa, visto que, a irrigação influencia quando utilizada nessa classe textural. Este resultado aparece mais claramente na análise de variância significativa da interação dos fatores classe textural e irrigação onde o efeito da irrigação é significativo na classe textural Franco Argilo Arenosa. O resultado mostra que a irrigação reduz os SST e aumenta a FP. Estes fatores são importantes para o tipo de comercialização de frutas visto que, a prática da irrigação demonstra ser benéfica para a fruta ser industrializada, pois aumenta a FP, e com a adição de açúcar para a industrialização o que diminui a importância para este uso à presença natural deste componente. No entanto, para a comercialização *in natura* a irrigação não se mostra tão eficaz, pois reduz a presença de SST sendo um fator importante para este tipo de comercialização de frutas.

5.2 Análise de variância e comparação entre médias para as variáveis avaliadas em cada combinação (classe textural de solo sem e com irrigação)

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da análise de variância para as variáveis NF, PP e PMF em cada combinação avaliada (classe textural Franco Arenosa sem e com irrigação e classe textural Franco Argilo Arenosa sem e com irrigação) referentes às plantas de pessegueiro avaliadas na safra de 2014.

Pode-se observar na Tabela 4 que não ocorreu efeito significativo do fator irrigação (com e sem irrigação), do fator classe textural (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa) e nem da interação entre o fator irrigação com o fator classe textural para as variáveis NF, PP e PMF.

Tabela 4 - Análise de variância, coeficiente de variação (CV%) e média geral para as variáveis número de frutos (NF), produção de cada planta (PP) e peso médio de fruto por planta (PMF), para as plantas de pessegueiro avaliadas na safra de 2014, conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema bifatorial: fator com e sem irrigação e fator classe textural (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa) e as suas interações

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado
----- Variável: NF -----				
Fator irrigação (com e sem)	1	15.290,45	15.290,45	1,53 ^{ns}
Classe Textural (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa)	1	696,20	696,20	0,07 ^{ns}
Fator irrigação x Classe Textural	1	2.737,80	2.737,80	0,27 ^{ns}
Resíduo	76	761.745,10	10.022,96	
Total	79	780.469,55		
Coeficiente de Variação	51,26	Média geral	195,33 un.	
----- Variável: PP -----				
Fator irrigação (com e sem)	1	269,60	269,60	3,29 ^{ns}
Classe Textural (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa)	1	3,34	3,34	0,04 ^{ns}
Fator irrigação x Classe Textural	1	31,88	31,88	0,39 ^{ns}
Resíduo	76	6.222,95	81,88	
Total	79	6.527,76		
Coeficiente de Variação	41,95	Média geral	21,57 kg	
----- Variável: PMF -----				
Fator irrigação (com e sem)	1	0,00	0,00	0,11 ^{ns}
Classe Textural (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa)	1	0,00	0,00	1,76 ^{ns}
Fator irrigação x Classe Textural	1	0,00	0,00	0,33 ^{ns}
Resíduo	76	0,05	0,00	
Total	79	0,05		
Coeficiente de Variação	21,39	Média geral	0,12 kg	

*Efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados da análise de variância para as variáveis firmeza de polpa (FP), sólidos solúveis totais (SST) e crescimento total do caule (CC) em cada combinação avaliada (classe textural Franco Arenosa sem e com irrigação e classe textural Franco Argilo Arenosa sem e com irrigação) referentes às plantas de pessegueiro avaliadas na safra de 2014.

Tabela 5 - Análise de variância, coeficiente de variação (CV%) e média geral para as variáveis firmeza de polpa (FP), sólidos solúveis totais (SST) e crescimento total do caule (CC), para as plantas de pessegueiro avaliadas na safra de 2014, conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema bifatorial: fator com e sem irrigação e fator classe textural (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa) e as suas interações

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F calculado
----- Variável: FP -----				
Fator irrigação (com e sem)	1	8,68	8,68	4,58*
Classe Textural (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa)	1	1,15	1,15	0,61 ^{ns}
Fator irrigação x Classe Textural	1	8,18	8,18	4,32*
Resíduo	76	143,96	1,89	
Total	79	161,97		
Coeficiente de Variação	17,80	Média geral	7,73 lb	
----- Variável: SST -----				
Fator irrigação (com e sem)	1	3,61	3,61	4,33*
Classe Textural (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa)	1	1,58	1,58	1,90 ^{ns}
Fator irrigação x Classe Textural	1	0,41	0,41	0,49 ^{ns}
Resíduo	76	63,29	0,83	
Total	79	68,88		
Coeficiente de Variação	7,44	Média geral	12,27 °brix	
----- Variável: CC -----				
Fator irrigação (com e sem)	1	5,73	5,73	0,46 ^{ns}
Classe Textural (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa)	1	2,62	2,62	0,21 ^{ns}
Fator irrigação x Classe Textural	1	28,08	28,08	2,24 ^{ns}
Resíduo	76	952,62	12,53	
Total	79	989,06		
Coeficiente de Variação	107,94	Média geral	3,28 %	

*Efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo.

Analisando a Tabela 5 verifica-se que para a variável FP houve efeito significativo do fator irrigação pelo teste F a 5% de probabilidade bem como da interação do fator irrigação com o fator classe textural. Por outro lado, não houve efeito significativo do fator classe textural nessa variável. Já para a variável SST ocorreu efeito significativo somente do fator irrigação. Por fim, para a variável CC não ocorreu interação e nem efeitos principais do fator irrigação e/ou do fator classe textural.

Para as variáveis FP e SST em que houve efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade seja na interação ou nos efeitos principais dos fatores

avaliados, aplicou-se o teste de Tukey (a 5% de probabilidade) para a comparação entre médias (Tabela 6).

Tabela 6 - Comparação entre médias para as variáveis firmeza de polpa (FP) e sólidos solúveis totais (SST) avaliadas em experimento de pessegueiro na safra de 2014 pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Classe Textural / Fator Irrigação	Sem Irrigação	Com irrigação	Efeito Principal da Classe textural do Solo
----- Variável: FP -----			
Franco Arenosa	7,84 A	7,86 A	7,85
Franco Argilo Arenosa	6,96 B	8,26 A	7,61
Efeito Principal do fator irrigação	7,40	8,06	-
----- Variável: SST -----			
Franco Arenosa	12,27	11,99	12,13
Franco Argilo Arenosa	12,70	12,13	12,41
Efeito Principal do fator irrigação	12,48 A	12,06 B	-

* Médias não seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha ou na coluna, diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A Tabela 6 mostra para a variável firmeza de polpa (FP) que houve efeito significativo do fator irrigação na classe textural Franco Argilo Arenosa, sendo observada uma maior FP nessa classe com irrigação. Esse aumento na FP é importante para a industrialização do produto, facilitando nos processos industriais como o descaroçamento dos frutos sem afetar sua polpa. Tendo em vista que a FP depende do ponto de maturação em que a fruta se encontra é importante ressaltar que os frutos em cada tratamento foram colhidos nas mesmas épocas. Para a variável SST (Tabela 6) houve efeito principal apenas do fator irrigação, sendo que sem irrigação foram obtidos os maiores teores de SST. Esse aumento nos teores de SST é importante para a comercialização do produto *in natura* aumentando a qualidade final dos frutos.

Simões (2007), avaliando diferentes manejos deficitários de irrigação na cultura do pessegueiro em substrato, não encontrou diferenças significativas na FP entre os manejos adotados. O autor também verificou que o déficit hídrico não influenciou os teores de SST, entretanto, evidencia que na região produtora de pêssego de Pelotas os produtores que utilizam a irrigação em sua produção fazem a suspensão da reposição de água quando o fruto se encontra na etapa final do estágio III de seu crescimento visando aumentar o teor de sólidos solúveis totais e melhorar a qualidade final do fruto. Gelly et al. (2004) também estudando a qualidade de frutos pós-colheita com restrição hídrica verificaram que restrições

hídricas no estágio II de crescimento de frutos aumentaram suas qualidades finais, elevando os teores de sólidos solúveis totais e com uma coloração mais avermelhada na epiderme da fruta, quando comparados com plantas testemunhas (sem déficit hídrico).

Nota-se com os trabalhos de Simões (2007) e Gelly et al. (2004) que déficits hídricos influenciam positivamente na qualidade dos frutos da cultura de pêsego. Desta maneira, pode-se prever que os melhores teores de SST encontrados na classe textural Franco Arenosa e na classe textural Franco Argilo Arenosa, ambas sem irrigação, confirmam que, um pequeno estresse hídrico influencia de forma positiva na qualidade final dos frutos de pêsego em especial nos teores de SST, adequando o produto para o consumo *in natura*.

5.3 Influência da irrigação e da evapotranspiração na variação do potencial de água no ramo de pessegueiro

As Figuras 10 e 11 apresentam um cronograma de execução das medidas das variáveis potencial de água no ramo (Ψ_w) e conteúdo de água no solo (θ) nas profundidades de 0,10 m, 0,20 m e 0,30 m durante o período de 80 a 143 dias após plena floração (DAF) para as classes texturais Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa com e sem irrigação, respectivamente. Também são indicadas as datas em que foram realizadas as colheitas de pêsego nos tratamentos com irrigação e sem irrigação. A cultura do pessegueiro atingiu a plena floração no dia 7 de agosto de 2014.

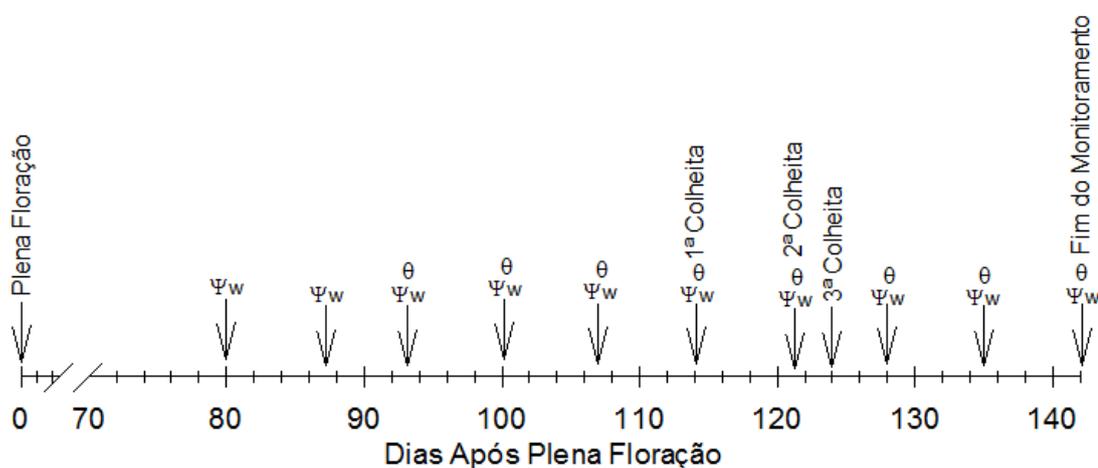


Figura 10: Cronograma de execução das medidas de potencial de água no ramo (Ψ_w), conteúdo de água no solo (θ) e das colheitas de pêsego realizadas nas classes texturais Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa com irrigação.

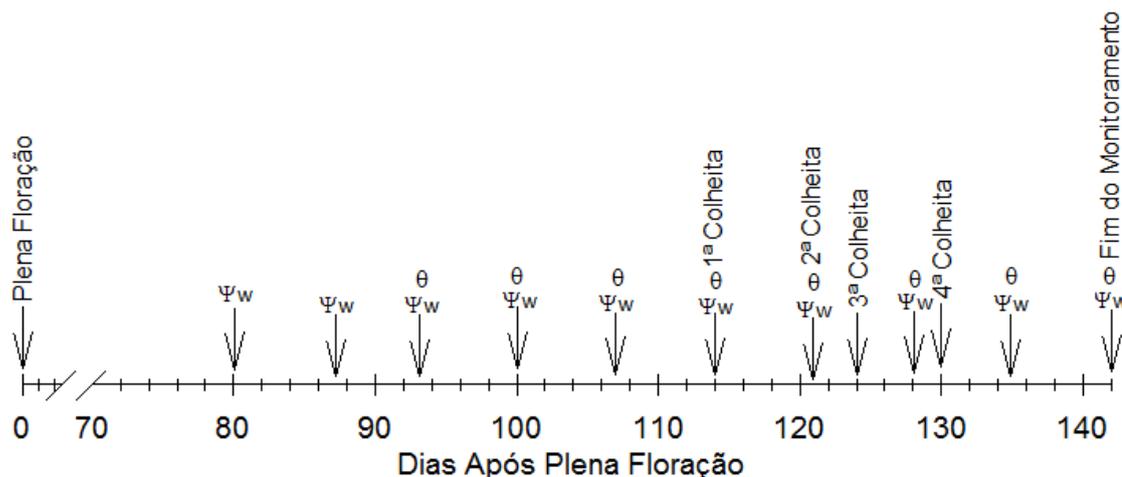


Figura 11: Cronograma de execução das medidas de potencial de água no ramo (Ψ_w), conteúdo de água no solo (θ) e das colheitas de pêssigo realizadas nas classes texturais Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa sem irrigação.

O comportamento das variáveis potencial de água no ramo (Ψ_w), precipitação, lâmina de irrigação, evapotranspiração potencial (ETP) e conteúdo de água no solo (θ) nas profundidades de 0,10 m; 0,20 m e 0,30 m para o período de 80 a 143 dias após plena floração (DAF) do pessegueiro irrigado para as classes texturais Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa é apresentado na Figura 12. Já na Figura 13 são apresentadas as mesmas informações para ambas as classes sem irrigação. Durante o período monitorado o volume pluviométrico foi de 160 mm e a lâmina reposta foi de 110 mm via irrigação (Figuras 12A e 12B) conforme o manejo realizado. Analisando a figura, pode ser observado que a suplementação de água via irrigação manteve o Ψ_w em torno de -12 kPa para a planta cultivada na classe textural Franco Arenosa com irrigação ao longo do período estudado (Figura 12A), valor este acima do indicado por Abrisqueta et al. (2012) que mencionaram que valores de Ψ_w na faixa de -10 kPa podem corresponder a um indicativo de que as plantas já se encontrem em estresse hídrico elevado. Conforme a classificação proposta por Fulton et al. (2007), o valor de Ψ_w de -12 kPa é classificado como estresse leve para o mês de dezembro e como estresse leve a moderado para o mês de agosto. Já este valor, segundo os autores, fica abaixo do nível considerado moderado e aceitável para o mês de setembro (de -14 a -18 kPa).

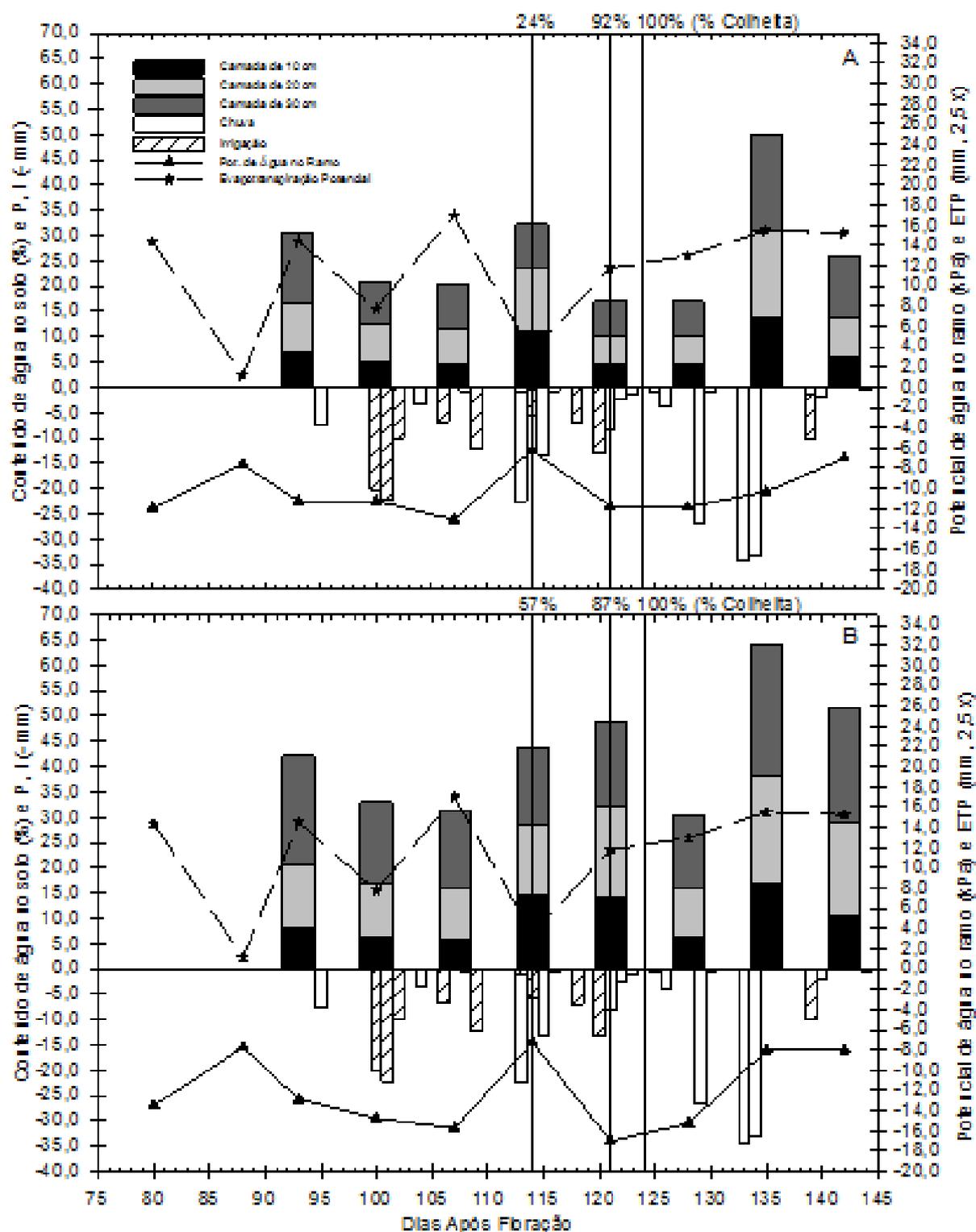


Figura 12: Variação temporal do potencial de água no ramo (Ψ_w), chuva (P), lâmina de irrigação (I), evapotranspiração potencial (ETP) e do conteúdo de água no solo (θ) nas profundidades de 0,10 m 0,20 m e 0,30 m para o período de 80 a 143 dias após plena floração (DAF) do pessegueiro irrigado nas classes texturais Franco Arenosa (A) e Franco Argilo Arenosa (B). Morro Redondo – RS, 2014.

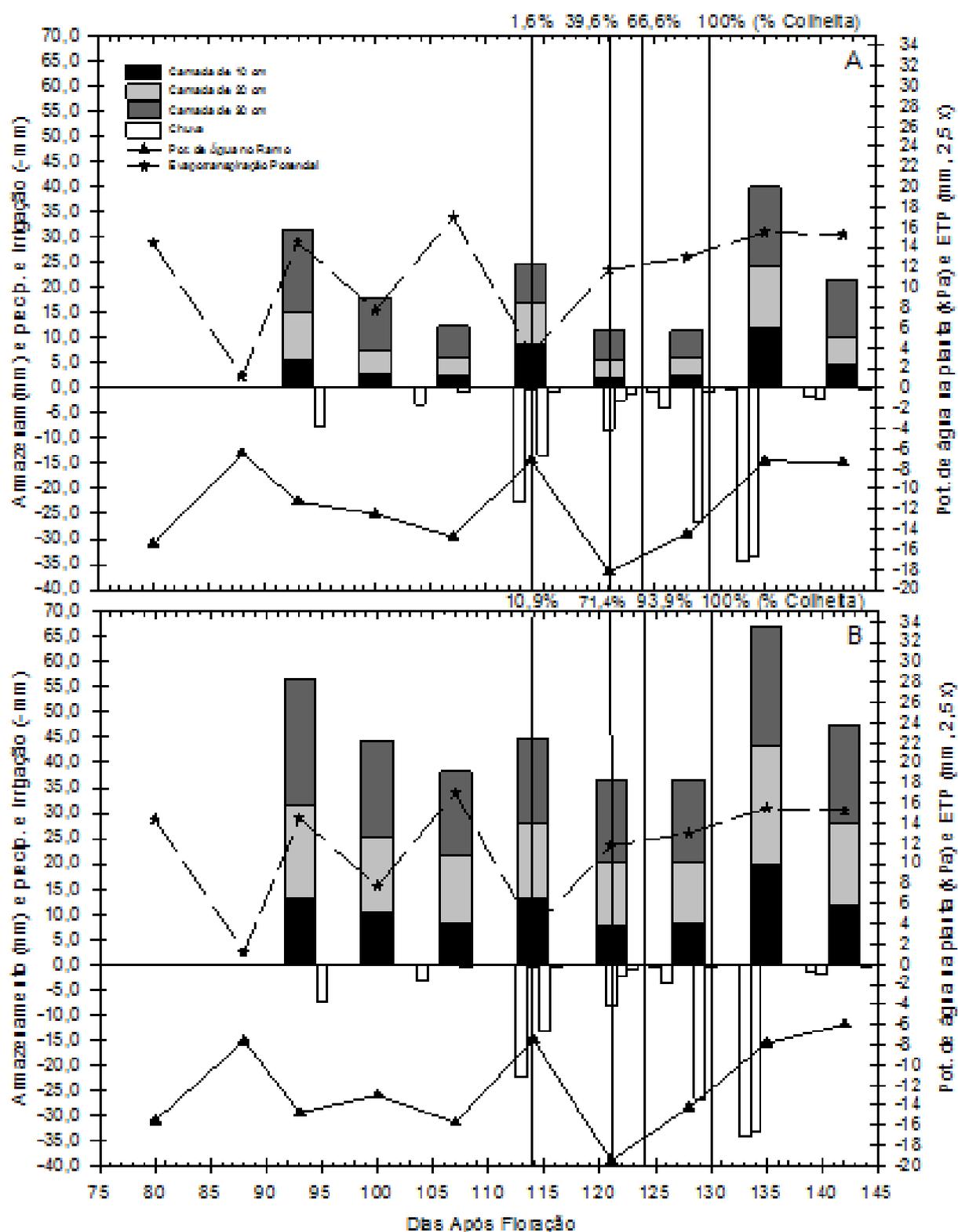


Figura 13: Variação temporal do potencial de água no ramo (Ψ_w), chuva (P), lâmina de irrigação (I), evapotranspiração potencial (ETP) e do conteúdo de água no solo (θ) nas profundidades de 0,10 m 0,20 m e 0,30 m para o período de 80 a 143 dias após plena floração (DAF) do pessegueiro não-irrigado nas classes texturais Franco Arenosa (A) e Franco Argilo Arenosa (B). Morro Redondo – RS, 2014.

Para a planta avaliada na classe textural Franco Argilo Arenosa com irrigação (Figura 12B), nota-se que a reposição da ETP via irrigação não foi suficiente para manter o valor de Ψ_w em torno de -12 kPa como o observado para a classe textural Franco Arenosa com irrigação (Figura 12A). Pode ser notado na Figura 12B que houve uma maior flutuação dos valores de Ψ_w (variou de -8 kPa a -18 kPa) para a planta cultivada na classe textural Franco Argilo Arenosa. Pode-se verificar também que os valores medidos do conteúdo de água no solo foram maiores para a classe Franco Argilo Arenosa (Figura 12B) ao longo do período avaliado quando comparados aos observados na classe Franco Arenosa (Figura 12A). Entretanto, verifica-se que este fato não fez com que os valores de Ψ_w apresentassem uma menor flutuação nessa classe o que leva a inferir que, mesmo com a reposição da demanda evapotranspirativa via irrigação, a água armazenada no solo não estaria disponível para a cultura do pessegueiro nessa classe.

A partir das Figuras 13A e 13B, verifica-se que a variação de Ψ_w da planta cultivada na classe Franco Argilo Arenosa sem irrigação variou de -6 kPa a -20 kPa (Figura 13B) e de -8 kPa a -18 kPa na Franco Arenosa (Figura 13A). O mesmo comportamento já tinha sido observado nas Figuras 12A e 12B. Entretanto, pode ser observado que houve uma menor flutuação dos valores de Ψ_w na classe Franco Arenosa com irrigação (Figura 12A) quando comparada aos valores de Ψ_w na mesma classe sem irrigação (Figura 13A). Pode-se verificar também que os maiores valores do conteúdo de água no solo foram encontrados para a classe Franco Argilo Arenosa (Figura 13B) ao longo do período avaliado quando comparados aos valores de θ medidos na classe Franco Arenosa (Figura 11A).

Pode-se observar nas Figuras 12 e 13 que, de maneira geral, no período de monitoramento a variável que melhor se relacionou com o potencial de água no ramo foi a evapotranspiração potencial, sendo que esta se relacionou de maneira direta com o Ψ_w , ou seja, menores valores de Ψ_w correspondem a menores valores de ETP, sendo observada essa relação direta até a segunda colheita de pêssego (121 DAF) (Figuras 10 e 11). A partir dessa colheita, os valores de Ψ_w e ETP se comportaram de maneira inversa, i.e., há uma tendência de diminuição de Ψ_w (valores menos negativos) com o aumento dos valores de ETP. Este fato pode estar relacionado com a diminuição do estresse fisiológico sofrido pela planta após a segunda colheita bem como aos dois eventos de chuva ocorridos aos 133 e 134

DAF que pode ter diminuído o estresse hídrico reduzindo desta forma os valores de Ψ_w .

Analisando conjuntamente as Figuras 12 e 13, também verifica-se que a irrigação antecipou o final da colheita em seis dias para as plantas cultivadas em ambas as classes texturais com irrigação (Figura 12). Este resultado está em concordância com os resultados de Layne e Tan (1984), que concluíram que a irrigação acelera a maturação dos frutos antecipando a sua colheita. Essa antecipação na colheita pode influenciar na tomada de decisão do produtor quanto a um escalonamento da colheita caso este não tenha toda a área cultivada irrigada, quanto a um melhor preço de mercado e quanto a uma antecipação no manejo pós-colheita do pomar podendo assim refletir em uma maior produtividade da cultura nos anos seguintes.

5.3.1 Correlação entre o potencial de água no ramo com a evapotranspiração potencial e com o conteúdo de água no solo

O comportamento do potencial de água no ramo (Ψ_w) do pessegueiro em função da evapotranspiração potencial (demanda evapotranspirativa) é mostrado na Figura 14. Cabe ressaltar que as leituras de Ψ_w foram realizadas nas quatro plantas independente da classe textural com e sem irrigação incluindo as fases de pré-colheita e pós-colheita.

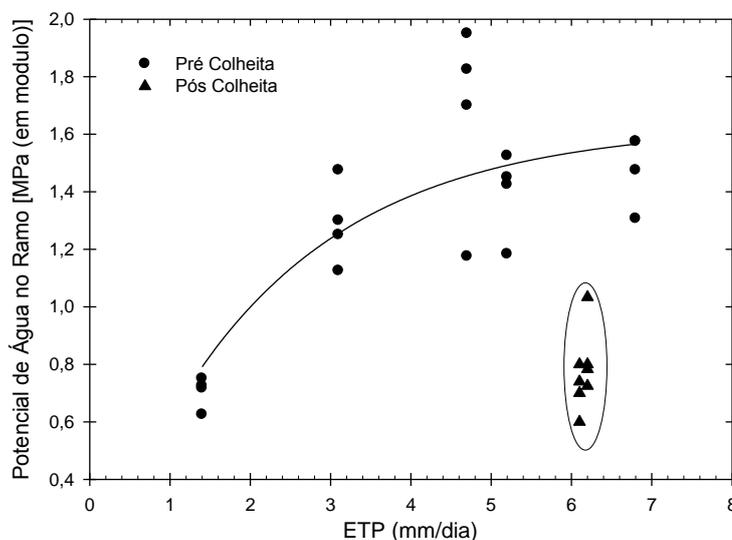


Figura 14: Potencial de água no ramo em função da evapotranspiração potencial (ETP) em pomar de pessegueiro independente da classe textural com e sem irrigação incluindo as fases de pré-colheita e pós-colheita. Morro Redondo – RS, 2014. [$\Psi_w = 1,63 * (1 - e^{-0,47 * ETP})$; $R^2 = 0,70$].

Observa-se na Figura 14 que quanto maior a demanda evapotranspirativa maior o Ψ_w em módulo (mais negativo). Esse comportamento está relacionado à disponibilidade hídrica dentro das plantas, i. e., com uma alta demanda evapotranspirativa do ambiente e com uma baixa disponibilidade hídrica dentro das plantas. É sabido que as plantas fecham os estômatos como uma forma de proteção para que não ocorra uma desidratação excessiva de seus tecidos, aumentando assim o potencial em que água está retida. Esse comportamento ocorre mesmo quando não há restrição hídrica no solo próximo ao seu sistema radicular, embora o mesmo não supra a demanda evapotranspirativa proporcionada pelo ambiente.

De acordo com Medina et al. (1999), a redução do Ψ_w no decorrer do dia está relacionada com o aumento da taxa de transpiração, que ocorre devido à alta demanda atmosférica entre as 12 e às 14 horas. Segundo esses autores, a redução no Ψ_w ocorre mesmo quando a umidade do solo está próxima da capacidade de campo, durante o verão, em momentos em que as plantas são submetidas a certo grau de estresse hídrico.

Pode ser observado também na Figura 14 que após a colheita dos frutos, ocorreu um decréscimo dos valores de Ψ_w nas quatro plantas avaliadas, com a variação de Ψ_w ficando entre -0,6 e -1,0 MPa. Este comportamento é devido à diminuição do estresse que as plantas vinham sofrendo para manter seus frutos turgidos sem que estas necessitassem de mecanismos de proteção para manterem-se turgidas. A equação que descreve o comportamento de Ψ_w em função de ETP é do tipo exponencial com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,70 indicando um ajuste satisfatório entre essas duas variáveis para as condições do presente estudo (Figura 14). Valancogne et al. (1996) também verificaram que o Ψ_w está estreitamente relacionado com a ETP em diversas frutíferas. Em diferentes culturas anuais, Itier et al. (1990, 1992) também verificaram que o Ψ_w está estreitamente relacionado com a ETP. No entanto, os autores afirmaram que esta relação parece ser dependente das características do solo e do estágio de desenvolvimento da cultura. Simões (2007) obteve uma alta relação entre o potencial de água na planta de pessegueiro, medido ao meio dia, e o potencial matricial da água medida em um substrato, com uma proporção de cinco partes de solo “virgem”, três partes de areia grossa lavada e duas partes de esterco bovino curtido de acordo com metodologia de Castro Neto (2003). No entanto, o autor observou que o potencial de água na

planta sofre interferência de outros fatores além do potencial matricial da água no substrato, sendo que esta interferência pode estar relacionada com fatores ambientais, como o vento e a radiação solar. Estes fatores ambientais evidenciados por Simões (2007) estão diretamente relacionados com a demanda evapotranspirativa (evapotranspiração potencial) de um dado local.

A relação entre os valores de Ψ_w e do armazenamento de água no solo (A), camada de 0-0,30 m, para cada classe textural avaliada, independente da irrigação, é apresentada na Figura 15. Analisando a figura, verifica-se que foi ajustada uma equação tipo exponencial com valores do coeficiente de determinação (R^2) de 0,34 e 0,45 para a classe textural Franco Argilo Arenosa e Franco Arenosa, respectivamente.

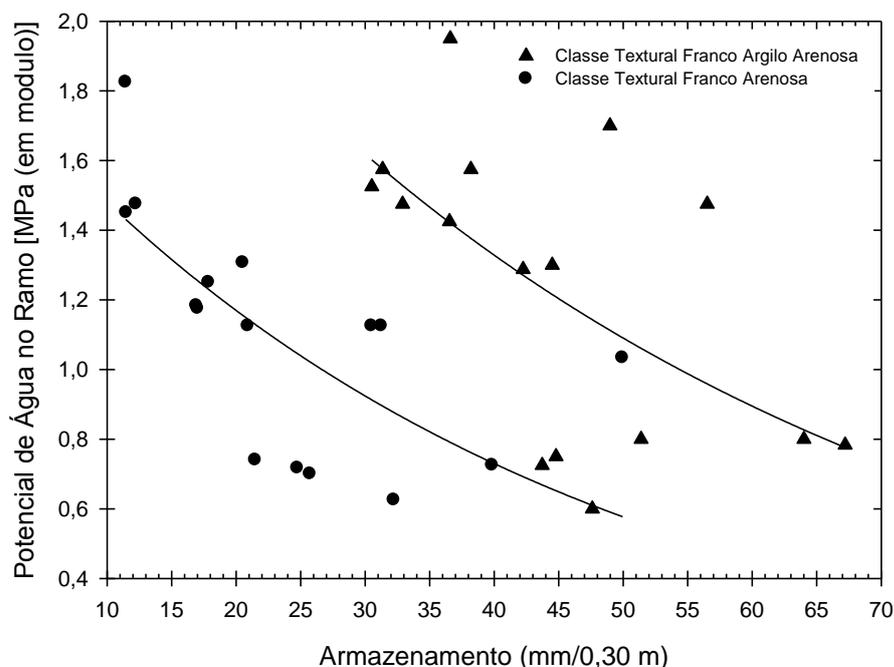


Figura 15: Valores do potencial de água no ramo de pessegueiro em função do armazenamento de água solo, camada de 0-0,30 m de profundidade, para cada classe textural avaliada, independente da irrigação. Morro Redondo – RS, 2014. Classe textural Franco Argilo Arenosa ($\Psi_w = 8,88 * e^{(-0,02 * A)} - 5,95 * e^{(-0,02 * A)}$; $R^2 = 0,34$). Classe textural Franco Arenosa ($\Psi_w = 5,27 * e^{(-0,024 * A)} - 3,4 * e^{(-0,024 * A)}$; $R^2 = 0,45$).

Observa-se na Figura 15 que as duas classes texturais se comportaram de maneira semelhante na relação entre o Ψ_w com o armazenamento de água no solo. O Ψ_w relacionou-se melhor com o armazenamento de água no solo na classe textural Franco Arenosa, alcançando níveis de aproximadamente -1,5 MPa para um armazenamento de água no solo de aproximadamente 12 mm/0,30 m. Já para o mesmo potencial, o armazenamento de água no solo foi de aproximadamente 35

mm/0,30 m na classe Franco Argilo Arenosa, ou seja, aproximadamente 3x maior que na classe Franco Arenosa. Bergonci et al. (2000) ressaltaram que é importante considerar as resistências envolvidas no processo de transferência de água do solo para o sistema radicular da cultura. Além do manejo do solo, a granulometria e a sua composição mineralógica também influenciam a retenção de água, pois as forças de adsorção dependem, basicamente, da espessura do filme de água que recobre as partículas, a qual varia de acordo com sua superfície específica. Assim, a retenção de água é maior em solos argilosos e com alto teor de matéria orgânica (SILVA et al., 2005), podendo não estar disponível para as plantas mesmo com elevados valores de armazenamento de água no solo.

Também pode ser observado na Figura 15 o maior armazenamento de água na camada de 0-0,30 m da classe textural Franco Argilo Arenosa quando comparado com a mesma camada da classe Franco Arenosa. No entanto, este resultado não refletiu em maior disponibilidade de água para as plantas nesta classe. Remorini e Massai (2003) concluíram em um estudo para verificar qual seria o melhor indicador de estresse hídrico para a cultura do pessegueiro que nem sempre é fácil relacionar o conteúdo de água no solo com o estado hídrico da planta.

5.4 Parâmetros de crescimento

5.4.1 Crescimento e taxa de crescimento de frutos

Na Figura 16 são apresentadas as taxas de crescimento e as curvas de crescimento de frutos de pêssigo para as duas classes texturais avaliadas (Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa) com e sem irrigação, em função do número de dias após a floração (DAF) das plantas, totalizando um período de 60 dias de avaliação. Este período corresponde ao início das medições do diâmetro sutural dos frutos logo após o raleio até sua maturação, quando ocorreu a colheita. Analisando a figura se verifica que o crescimento do diâmetro sutural dos frutos seguiu a tendência de comportamento de uma curva sigmoide, sendo evidenciados três períodos distintos (fases I, II e III) de crescimento, característicos de frutas de caroço conforme já destacado em outros trabalhos (LAHUE; JOHNSON, 1989; ARAUJO, 2004; SIMÕES, 2007; PÉREZ-PASTOR, 2014).

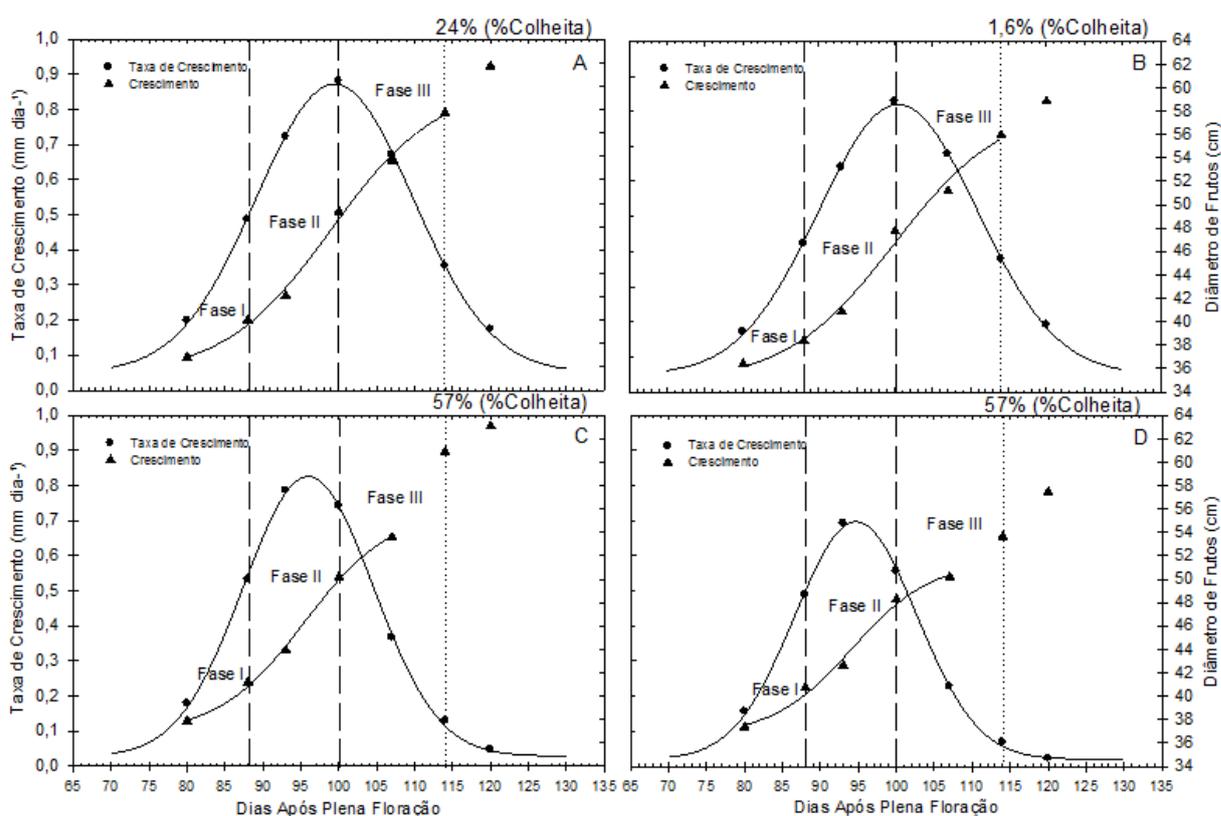


Figura 16: Taxas de crescimento e curvas de crescimento de frutos de pêsego em função do número de dias após a floração em um pomar de pessegueiro – Morro Redondo – RS, 2014. (A - classe textural Franco Arenosa com irrigação; B - classe textural Franco Arenosa sem irrigação; C - classe textural Franco Argilo Arenosa com irrigação; D - classe textural Franco Argilo Arenosa sem irrigação). Fase I – início do desenvolvimento do fruto; Fase II – crescimento lento do fruto, endurecimento do endocarpo, endurecimento do caroço e crescimento do endosperma; Fase III – aumento do tamanho até maturação.

A duração da Fase I, em média, foi de 23 dias a partir da plena floração; de 12 dias para a Fase II; e de 15 a 20 dias para a Fase III (Figura 16) para todas as combinações classe textural-irrigação avaliadas. Esta tendência de duração das fases do pessegueiro já foi detectada por Simões (2007) e Pérez-Pastor (2014). Na Fase I ocorre o início do desenvolvimento do fruto, predominando a divisão e multiplicação celular; na Fase II ocorre o crescimento lento do fruto, o endurecimento do endocarpo, o endurecimento do caroço e o crescimento do endosperma; já na Fase III o fruto continua a aumentar o seu tamanho até atingir a sua maturação em que o crescimento diminui até finalmente parar (LAHUE; JOHNSON, 1989; GIRARDI; ROMBALDI, 2003).

Para a classe textural Franco Arenosa com irrigação (Figura 16A) e sem irrigação (Figura 16B) foi possível ajustar uma curva dupla sigmoide até o início da primeira colheita (114 DAF), sendo que após a primeira colheita há uma tendência de

crescimento linear do fruto em função de DAF. Já na classe textural Franco Argilo Arenosa com (Figura 16C) e sem irrigação (Figura 16D) o ajuste da curva dupla sigmoide foi possível até os 108 DAF (seis dias antes do início da primeira colheita). A partir deste período observa-se a tendência linear de crescimento dos frutos em função de DAF principalmente para as plantas na classe Franco Argilo Arenosa sem irrigação (Figura 16D).

Pode ser observado também que a irrigação tendeu a aumentar o diâmetro dos frutos independente da classe textural (Figuras 16 e 16C), em concordância com os resultados de Layne e Tan (1984) e Naor et al.(1999). Simões (2007) testou quatro níveis de reposição de água na cultura do pessegueiro, cultivar Maciel, correspondendo a 100%, 80%, 60% e 40% da reposição da água evapotranspirada pela cultura (ETc), concluindo que os dois últimos níveis afetaram o crescimento dos frutos de pessegueiro. O mesmo autor afirmou que a redução de 20% da lâmina evapotranspirada (80% de reposição da água evapotranspirada) durante todo o período de crescimento dos frutos não afetou o diâmetro final dos mesmos. No entanto, reduções acima de 20% provocaram diminuições de até 18% no diâmetro dos frutos em relação ao nível de 100% de reposição da lâmina evapotranspirada. Dentro desse contexto, irrigações deficitárias em determinados períodos de crescimento da cultura poderiam ser realizadas sem afetar a produção final da cultura.

Sams (1999) concluiu que, de maneira geral, frutos com diâmetros de polpa menores apresentavam maior firmeza de polpa, devido ao maior percentual de volume ocupado com materiais da parede celular, aumentando com isso a sua densidade e firmeza. Porém, este resultado não foi encontrado no presente trabalho, pois a maior FP foi encontrada na classe textural Franco Argilo Arenosa com irrigação (Figura 12) e nesta interação encontrou-se os maiores diâmetros de frutos em valores absolutos (Figura 16C).

O comportamento das taxas de crescimento de frutos para todas as condições avaliadas (Figura 16) foi descrito pelo modelo Gaussiano. Pode-se observar que o comportamento das taxas de crescimento de frutos é semelhante dentro de cada classe textural com e sem irrigação.

Comparando dentro de cada classe textural, observa-se que a irrigação (Figuras 16A e 16C) propiciou um aumento das taxas de crescimento dos frutos quando comparado com o aumento das taxas nas mesmas classes sem irrigação

(Figuras 16B e 16D). Para as plantas monitoradas na classe textural Franco Arenosa com (Figura 16A) e sem (Figura 16B) irrigação foram obtidas as taxas de crescimentos máximas aos 100 DAF, sendo correspondentes as taxas de 0,88 e 0,82 mm.dia⁻¹, respectivamente, i.e., há um aumento da taxa de crescimento de 0,06 mm.dia⁻¹ para as plantas irrigadas. Para a classe textural Franco Argilo Arenosa com (Figura 16C) e sem (Figura 16D) irrigação, os picos máximos das taxas de crescimento foram antecipados em seis dias em relação aos das plantas monitoradas na classe textural Franco Arenosa, ocorrendo aos 94 DAF e correspondentes a 0,82 mm.dia⁻¹ (Figura 16C) e 0,69 mm.dia⁻¹ (Figura 16D), respectivamente. Pode ser constatado o maior efeito da irrigação sobre a taxa de crescimento dos frutos nessa classe textural quando comparada a Franco Arenosa já que foi detectada uma diferença de 0,13 mm.dia⁻¹.

5.4.2 Crescimento e taxa de crescimento de ramos

Na Figura 17 são apresentadas as curvas dos tamanhos dos ramos e das respectivas taxas de crescimento para as 24 plantas monitoradas nas classes texturais Franco Arenosa e Franco Argilo Arenosa, sem e com irrigação, em função do número de dias após a floração (DAF), totalizando um período de 60 dias de avaliação. Este período corresponde ao início das medições do comprimento dos ramos logo após o raleio dos frutos até duas medidas pós-colheita da cultura. Para a curva do tamanho dos ramos ajustou-se uma sigmóide e para a taxa de crescimento uma exponencial. Da Figura 17, nota-se que as curvas de tamanho dos ramos apresentaram padrões distintos entre as classes texturais, principalmente na classe Franco Argilo Arenosa (Figuras 17C – plantas irrigadas e 17D – plantas não-irrigadas). Pode-se observar uma mesma tendência no comportamento da curva do tamanho dos ramos na classe textural Franco Arenosa com e sem irrigação (Figuras 17A e 17B). Observa-se que na classe textural Franco Arenosa com irrigação (Figura 17A) o pico no tamanho dos ramos foi logo após a colheita dos frutos, período este onde não ocorrem competições entre frutos e ramos. SIMÕES (2007) avaliando diferentes níveis de reposição de água na cultura do pessegueiro também observou um maior crescimento de ramos após a colheita.

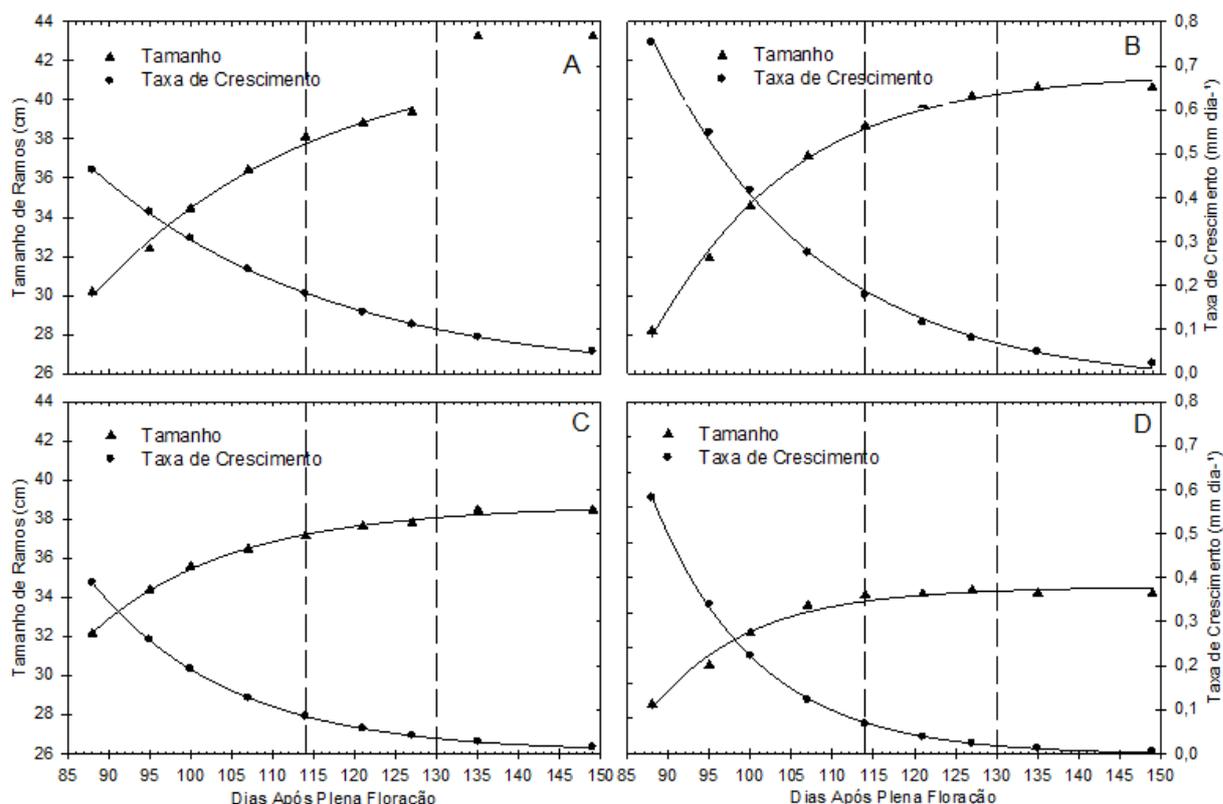


Figura 17: Tamanho e taxa de crescimento dos ramos em função do número de dias após a floração em um pomar de pessegueiro – Morro Redondo – RS, 2014. (A - classe textural Franco Arenosa com irrigação; B - classe textural Franco Arenosa sem irrigação; C - classe textural Franco Argilo Arenosa com irrigação; D - classe textural Franco Argilo Arenosa sem irrigação).

Nota-se também nas Figuras 17A (Franco Arenosa com irrigação) e 17C (Franco Argilo Arenosa com irrigação) que os valores absolutos dos tamanhos dos ramos nas plantas irrigadas iniciaram mais elevados quando comparados aos tamanhos de ramos nessas mesmas classes sem irrigação, sendo mais evidente essa diferença na classe textural Franco Argilo Arenosa (Figuras 17C e 17D). Apesar do maior crescimento vegetativo dos ramos dos pessegueiros mostrados nas Figuras 17A, 17B e 17C em relação à Figura 17D, as plantas estabelecidas na área referente a classe Franco Argilo Arenosa sem irrigação (Figura 17D) apresentaram maior produtividade quando comparadas as outras, evidenciando uma tendência de desequilíbrio entre a fase vegetativa e de frutificação.

A taxa de crescimento de ramos teve a mesma tendência de comportamento nas plantas avaliadas em todas as classes texturais (Figuras 17A a 17D). Porém, nota-se que as taxas de crescimento dos ramos das plantas cultivadas nas classes sem irrigação (Figuras 17B e 17D) foram maiores quando comparadas às taxas de crescimento destas classes com irrigação (Figuras 17A e 17C). Com os resultados

obtidos nas Figuras 16 e 17, nota-se que a irrigação influenciou mais no crescimento de frutos (Figura 16) e no tamanho dos ramos (Figura 17) do que na produtividade do pessegueiro. Esse aumento do diâmetro dos frutos pode influenciar na classificação e conseqüentemente na agregação de valor nesses frutos caso esses sejam comercializados para a indústria e até mesmo para o consumo *in natura*. O aumento no tamanho dos ramos proporcionado pela irrigação poderá influenciar na produtividade do pessegueiro nas próximas safras.

6. Conclusões

Baseado nas condições experimentais deste trabalho, pode-se concluir que:

- 1- A irrigação aumenta a variabilidade da produtividade do pessegueiro independente da classe textural avaliada.
- 2- A evapotranspiração potencial apresenta relação negativa com o potencial de água no ramo do pessegueiro, mostrando ser um indicativo do estado hídrico da cultura.
- 3- A irrigação aumenta o crescimento vegetativo do pessegueiro irrigado, porém não apresenta influencia na produtividade da cultura.
- 4- O manejo da irrigação, baseado na reposição da evapotranspiração potencial, não foi suficiente para manter as plantas de pêsego em boas condições de hidratação em função do potencial de água no ramo.
- 5- A irrigação aumenta a firmeza de polpa na cultura do pessegueiro adequando o produto para a industrialização.
- 6- A cultura do pessegueiro tolera pequenos déficits hídricos aumentando o teor de sólidos solúveis totais adequando o produto para o consumo *in natura*.
- 7- A irrigação antecipa a etapa de colheita no pomar de pessegueiro, aumenta o crescimento do diâmetro dos frutos e do tamanho dos ramos independente da classe textural avaliada.

7. Considerações finais

A partir dos resultados encontrados nesse trabalho, é possível verificar que a irrigação promove alterações no crescimento vegetativo da cultura do pessegueiro e também na qualidade dos frutos mesmo não afetando a produção da cultura.

Outro fator que pode ter contribuído para a ausência do efeito da irrigação na produção do pessegueiro pode ter sido o espaçamento entre emissores da fita gotejadora implantada no pomar onde não se formou uma faixa contínua de molhamento ao longo da linha da cultura, podendo ter influenciado na variabilidade dos resultados da produção.

A irrigação antecipa a colheita da cultura do pessegueiro podendo ser utilizada para um escalonamento da colheita pelos produtores, tendo em vista, a escassez de mão-de-obra e também uma antecipação da entrada do produto no mercado.

Com os resultados desse trabalho foi possível verificar que o manejo da irrigação baseado na evapotranspiração potencial em alguns períodos não foi suficiente, devendo ser reavaliada.

Há uma necessidade de estudos futuros que visem avaliar o manejo da irrigação baseado na variabilidade textural do solo, buscando levar em consideração a dinamicidade da água no sistema solo-planta-atmosfera.

Referências

- ABRISQUETA, J. VERA; L.M. TAPIA; J.M; ABRISQUETA, M.C; RUIZ-SÁNCHEZA. **Soil water content criteria for peach trees water stress detection during the postharvest period.** *Agricultural Water Management*, v. 104, p.62-67, 2012.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ANDRADE, P. F. de S. **Fruticultura – Análise da Conjuntura Agropecuária.** SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL – Departamento de Economia Rural. Dezembro de 2012.
- ANGELOCCI, L. R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: Introdução ao tratamento biofísico.** Piracicaba: ESALQ/USP, Departamento de Ciências Exatas. Editora do autor. 272p. 2002.
- ARAUJO, J. P. C. de. **Influência de sistemas de manejo na produção e nas reservas de pessegueiro precoce (*Prunus pérsica* (L.) Batsch.) cultivado em clima tropical.** Dissertação. Piracicaba-SP. 2004.
- ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL. **Pêssego, laranja e tangerina.** 2014. Disponível em:
http://www.scp.rs.gov.br/atlas/conteudo.asp?cod_menu_filho=819&cod_menu=817&tip_menu=ECONOMIA&cod_conteudo=1506. Acesso em: 12 de abr de 2014.
- BAMBERG, A. L.; PARFITT, J. M. B.; TIMM, L. C.; PAULETTO, E. A.; KNOB, M. J.; PINTO, M. B.; SCHNEIDER, F. C.; BRETANHA, G. **Calibração de medidor do potencial mátrico e determinação da velocidade de secagem de três solos cultivados com arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul.** Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Resumo expandido, 4 pág. 2015.
- BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M.; SAMPAIO, V.R.; BANDEL, G. **Ecofisiologia do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do pessegueiro em região subtropical.** Campinas: Instituto Agrônomo, 1989. (Documentos IAC, 17).
- BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; SANTOS, A. O. **Potencial de água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho.** *Revista Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.8, p. 1531-1540, ago. 2000.

BOAS, R. C. V.; PEREIRA, G. M.; REIS, R. P.; LIMA JÚNIOR, J. A.; CONSONI, R. **Viabilidade econômica do uso do sistemas de irrigação por gotejamento na cultura da cebola.** Ciência e Agrotecnologia, v.35, p.781-788, 2011.

BRYLA, D. R.; DICKSON, E.; SHENK, R.; JOHNSON, R. S.; CRISOSTO, C. H.; TROUT, T. J. **Influence of irrigation method and scheduling on patterns of soil and tree water status and its relation to yield and fruit quality in peach.** HortScience. 40(7): 2118-2124. December 2005.

CARDOSO, D. S.; DINIZ, G. B.; SILVA, J. B. da. **Climatologia das chuvas no Estado do Rio Grande do Sul.** IV Encontro Sul-Brasileiro de Meteorologia. Universidade Federal de Pelotas – UFPel. 2011.

CARLESSO, R. **Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extrínseca e a produtividade das culturas.** Revista Ciência Rural, Santa Maria, v.25, n.1, p.183-188,1995.

CASTRO NETO, M. T. **Efeito do déficit hídrico na transpiração e resistência estomática da mangueira.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 25, n.1, p.93-95, 2003.

COELHO FILHO, M.A.; COELHO, R.D.; GONÇALVES, A.C.A. **Variabilidade espacial de variáveis físico-hídricas do solo em um pomar de lima ácida Tahiti, irrigado por microaspersão.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.5, n.2, p.239-246, 2001.

CONEJERO, W.; MELLISHO, C. D.; ORTUÑO, M. F.; GALINDO, A.; PÉREZ-SARMIENTO, F.; TORRECILLAS, A. **Establishing maximum daily trunk shrinkage and midday stem water potential reference equations for irrigation scheduling of early maturing peach trees.** Irrig. Sci. (2011) 29: 299-309.

CONEJERO, W.; ALARCÓN, J. J.; GARCÍA-ORELLANA, Y.; ABRISQUETA, J. M.; TORRECILLAS, A. **Daily sap flow and maximum daily trunk shrinkage measurements for diagnosing water stress in early maturing peach trees during the post-harvest period.** Tree Physiology 27, 81-88. 2007.

CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERARDO, J. M. G. **Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar.** Seção VI – Manejo e Conservação do Solo e da Água. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 28: 1013-1021. 2004.

CORDEIRO, Y. E. M. **Potencial de uso em recuperação de áreas degradadas: um estudo de três espécies nativas da Amazônia oriental sob dois regimes hídricos.** Belém-Pa, 2012. 89 p.

COSTA, A. R. da. **As relações hídricas das plantas vasculares.** Departamento de Biologia – Universidade de Évora – Portugal. Nov/2001.

CROSS, J. V., DICKLER, E. **Guidelines for integrated production of pome fruits in Europe.** 1994. Technical guideline III, 2nd edn. IOBC wprs Bulletin 17(9): 8 pp.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.35, p.271-276, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/21251/pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2015. doi: 10.4025/actasciagron.v35i3.21251.

CRUZ, A. C. R. **Consumo de água por cultura de citros cultivada em Latossolo Vermelho Amarelo.** Piracicaba-SP. Tese. 2003.

DAVIS, L. D. **The relation between diameter and fresh weight of developing peach fruits.** Proc. American Society for Horticultural Science, Alexandria, v.40, n.1, p.146-52, 1942.

DA SILVA, V. de PR.; TAVARES, A. L.; SOUZA, I. F. de. **Evapotranspiração e coeficientes de cultivo simples e dual do coentro.** Horticultura Brasileira. 31: 255-259. 2013.

DIAS, L. B. **Água nas plantas.** Universidade Federal de Lavras – UFLA. Monografia. 2008.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande: UFPB. 306p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33. 1994.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Dados meteorológicos de Pelotas em tempo real.** Disponível em: http://www.cpact.embrapa.br/agromet/online/Current_Monitor.htm Acesso em: 01 de out 2014.

FACI, J. M.; MEDINA, E. T.; MARTÍNEZ-COB, A.; ALONSO, J. M. **Fruit yield and quality response of a late season peach orchard to different irrigation regimes in a semi-arid environment.** *Agricultural Water Management* 143 (2014) 102–112.

FARIAS, R. M. de; NUNES, J. L. S. da; MARTINS, C. R.; GUERRA, D. S.; ZANINI, C.; MARODIN, G. A. B. **Produção convencional x integrada em pessegueiro cv. Marli na depressão central do Rio Grande do Sul.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 253-255, 2003.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMITZ, J. D.; BETEMPS, D. L. **Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal – SP, volume especial, E. 109-120, 2011.

FERNÁNDEZ, J. E.; MORENO, F.; MARTÍN-PALOMO, M. J.; CUEVAS, M. V.; TORRES-RUIZ, J. M.; MORIANA, A. **Combining sap flow and trunk diameter measurement stoas sess water needs in mature oliveorchards.** *Environmental and Experimental Botany* 72 (2011) 330–338.

FISK, C. L.; PARKER, M. L.; MITCHEM, W. **Vegetation-free width and irrigation impact peach tree growth, fruit yield, fruit size, and incidence of Hemipteran Insect Damage.** *Hort Science* 50(5): 699-704, 2015.

FULTON, A.; BUCHNER, R.; GRANT, J.; PRICHARD, T.; LAMPINEN, B.; SCHWANKL, L.; SHACKEL, K. **Pressure chamber readings corresponding to symptoms of water stress in walnut, almond and dried plum.** *Irrigation Scheduling Using Stem Water Potential (SWP) Measurements.* UC DAVIS. Fruit&Nut. Research&Information. 2007. Disponível em: http://informatics.plantsciences.ucdavis.edu/Brooke_Jacobs/datainterpretation.html# Acesso em: 07 de jul 2015.

FRANCHINI, E. R. **Eficiência econômica da cadeia agroindustrial do pêssego indústria da região de Pelotas-RS.** Especialista em Agronegócio. Pós-Graduação em Agronegócio. Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba – 2008.

GARCÍA BRUNTON, J.; RINCÓN, L.; SAEZ, J.; SÁNCHEZ, M. C. **Initial results showing the influence of the irrigation level and the rootstock on the fruit quality of ‘Catherine’ peach.** Murcia, Espanha. Proc. 6th Intl. Peach Symposium. Ed. R. Infante *Acta Hort.* 713, ISHS 2006.

GELLY, M.; RECASENS, I.; GIRONA, J.; MATA, M.; ARBONES, A.; RUFAT, J.; MARSAL, J. **Effects of stage II and postharvest deficit irrigation on peach**

quality during maturation and after cold storage. Journal of the Science of Food and Agriculture. 84: 561-568, 2004.

GIRARDI, C. L.; ROMBALDI, C. V. **Sistema de produção de pêssego de mesa na Região da Serra Gaúcha.** Embrapa Uva e Vinho Sistema de Produção. 3 ISSN 1678-8761, Versão Eletrônica. Jan/2003.

GIRONA, J., MATA, M., ARBONÉS, A., ALEGRE, S., RUFAT, J., MARSAL, J. **Peach tree response to single and combined regulated deficit irrigation regimes under shallow soils.** J. Am. Soc. Hortic. Sci. 128, 432-440. 2003.

GIRONA, J., GELLY, M., MATA, M., ARBONÉS, A., RUFAT, J., MARSAL, J. **Peach tree response to single and combined deficit irrigation regimes in deep soils.** Agric. Water Manage. 72, 97-108. 2005.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. **Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em um parcela experimental.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. 29: 169-177, 2005.

HERNANDEZ, F. B. T. **Manejo da Irrigação.** In: Curso de capacitação em agricultura irrigada, 1, 1999, Ilha Solteira. Anais... Ilha Solteira: (1999) UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação, p. 19-26, 1999.

HERTER, F.G.; CARVALHO, F.L.C.; CASTRO, L.A.S.; FLORES, C.A. **Condições de clima e solo para a instalação do pomar.** In: CASTRO, L.A.S. Ameixa: Produção. Brasília, Embrapa Clima Temperado, 2003. p.19-23.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/> Acesso em: 02 de set 2014

IGLESIAS, A. GARROTE, L. **Adaptation strategies for agricultural water management under climate in Europe.** Agricultural Water Management 155 (2015) 113–124.

ITIER, B.; KATERJI, N.; FLURA, D.; FERREIRA, I. **Relative evapotranspiration in relation to soil water deficit and predawn leaf water potential. Application to tomato crop.** In: "Scheduling of irrigation for vegetable crops under field condition". Symposium, ISHS. Acta Horticulturae 278, 101–111. 1990

ITIER, B.; FLURA, D.; BELABBES, K.; KOSUTH, P.; RANA, G.; FIGUEIREDO, L. **Relations between relative evapotranspiration and predawn leaf water potential in soyabean grown in several locations.** Irrigation Science, v. 13, p. 109-114, 1992.

JOÃO, P. L.; ROSA, J. I.; FERRI, V. C.; MARTINELLO, M. D. **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, EMATER, 80 p. (Realidade Rural 28). 2002.

KONOPATZKI, M. R. S. **Variabilidade especial da produtividade de frutos de pereiras e atributos químicos do solo.** Dissertação. Cascavel – PR. 2008.

KOUMANOV, K. S.; HOPMANS, J. W.; SCHWANKL, L. W. **Spatial and temporal distribution of root water uptake of an almond tree under microsprinkler irrigation.** Irrigation Science, 2006, 24: 267-278.

LACERDA, C. F. de. **Relações solo-água-planta em ambientes naturais e agrícolas do Nordeste Brasileiro.** Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2007.

LAHUE, J. H.; JOHNSON, R. S. **Peaches, plums and nectarines: growing and handling for fresh market.** California: Division of Agriculture and Natural Resources, 1989.

LAYNE, R. E. C.; TAN, C. S. **Long-term influence of irrigation and tree density on growth, survival, and production of peach.** J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 795-799. 1984.

LEONEL, S.; PIEROZZI, C. G.; TECCHIO, M. A. **Produção e qualidade de frutos de pessegueiro e nectarineira em clima subtropical do Estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Fruticultura, v.33, n.1, p.118-128, 2010.

LIMA, A. F.; ALBANEZ, J. R.; SILVA, M. A. de P. **Perfil da fruticultura.** Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Minas Gerais. 2013.

LOCKWOOD, D. W.; COSTON, D. C. **Peach tree physiology.** 2005.

LOPES, O. D.; KOBAYASHI, M. K.; OLIVEIRA, F. G.; ALVARENGA, I. C. A.; MARTINS, E. R.; CORSATO, C. E. **Determinação do coeficiente de cultura (Kc) e**

eficiência do uso da água do alecrim-pimenta irrigado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.15, n.6, p.548-553, 2011.

LOPEZ, G., GIRONA, J., MARSAL, J. **Response of winter root starch concentration to severe water stress and fruit load and its subsequent effects on early peach fruit development.** Tree Physiol. 27, 1619-1626. 2007.

MADAIL, J. C. M.; RASEIRA, M. C. B. do. **Aspectos da produção e mercado do pêsego no Brasil.** Circular Técnica. Pelotas. 2008.

MADAIL, J. C. M.; REICHERT, L. J. **Produção Mundial e Nacional.** In: MEDEIROS, C. A. B., RASEIRA, M. C. B. Pêssego: Produção. Brasília: Embrapa Clima Temperado. 2003. p.10-17.

MANTOVANI E. C.; ZINATO, C. E.; SIMÃO F. R. **Manejo de irrigação e fertirrigação na cultura da goiabeira.**2006. Livro Goiaba. Viçosa: MG. 60 p.

MARSAL, J.; JOHNSON, S.; CASADESUS, J.; LOPEZ, G.; GIRONA, J.; STÖCKLE, C. **Fraction of canopy intercepted radiation relates differently crop coefficient depending on the season and the fruit tree species.** Agriculturaland Forest Meteorology 184 (2014) 1–11.

MARTINAZZO, E. G.; PERBONI, A. T.; OLIVEIRA, P. V. de; BIANCHI, V. J.; BACARIN, M; A. **Atividade fotossintética em plantas de ameixeira submetidas ao déficit hídrico e ao alagamento.** Ciência Rural, Santa Maria. Versão Online. 2012.

MARTINS, C. A. da S.; REIS, E. F.; NOGUEIRA, N. O. **Análise do desempenho da irrigação por microspray na cultura do café conilon.** Enciclopédia Biosfera, v.7, p. 1-13, 2011.

MARTINS, C.R.; CANTILLANO, R.F.F.; FARIAS, R. de M.; ROMBALDI, C. V. **Influência do manejo do solo na conservação e na qualidade pós-colheita de pêsegos cv. 'Cerrito'.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 442-446, 2002.

MARTINS, C.R.; CANTILLANO, R.F.F.; DELGADO, R.M.; TREPTOW, R.; ROMBALDI, C. **Manejo do Solo na conservação e na qualidade pós-colheita de pêsegos (Prunus pérsica (L) Batsch).**Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 23, n.1, p. 55-58, 2001.

MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. C. B. do (Ed.). **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa-SPI; Pelotas: Embrapa-CPACT, 1998. P. 20-28.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A. **Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira Valência sob deficiência hídrica**. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. Brasília. v. 11, n. 1, p. 29-34, 1999.

MÉLO, R. F. de; SOARES, T. M. **A importância do conhecimento de potencial da água no sistema solo-planta-atmosfera**. É o potencial da água um bom indicador do estado hídrico da planta? Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Departamento de Engenharia Rural. LCE – 5708, Piracicaba-SP, Nov. 2004.

MITCHELL, F.G. Cooling. In: LARUE, J.H; JOHNSON R.S. **Peaches, plums and nectarines – growing and handling for fresh market**. Univ. of California Division of Agriculture and Natural Resources, 1989. p 209-215 (Publication, 3331).

MIYUKI, E.; DIAS, RAMON. **O agronegócio do pêssego**. Toda fruta – fórum de fruticultura. 2015.

MONTOVANI, E. C.; ZINATO, C. E.; SIMÃO, F. R. **Manejo de irrigação e fertirrigação na cultura da gouabeira**. Apostila. 2006.

MULLER, B.; PANTIN, F.; GÉNARD, M.; TURC, O.; FREIXES, S.; PIQUES, M.; GIBON, Y. **Water deficits uncouple growth from photosynthesis, increase C content, and modify the relationships between C and growth in sink organs**. J Exp Bot 62: 1715–1729. 2011.

NAOR, A.; KLEIN, I.; HUPERT, H.; GRINBLAT, Y.; PERES, M.; KAUFMAN, A. **Water stress and crop level interactions in relation to Nectarine yield, fruit size distribution, and water potentials**. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(2): 189-193. 1999.

NAOR, A., STERN, R., PERES, M., GREENBLAT, Y., GAL, Y., FLAISHMAN, M.A. **Timing and severity of postharvest water stress affect following year productivity and fruit quality of field-grown ‘Snow Queen’ nectarine**. Journal of the American Society for Horticultural Science, 130, 806-812. 2005.

NAVA, G. A.; MARODIN, G. A. B.; SANTOS, R. P. dos. **Reprodução do pessegueiro: efeito genético, ambiental e de manejo das plantas**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1218-1233, 2009 a.

NAVA, G. A.; DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, R. P.; SANTOS, R. P. dos; MARODIN, G. A. B. **Effect of high temperatures in the pre-blooming and blooming periods on ovule formation, pollen grains and yield of 'Granada' peach.** Scientia Horticulturae 122 (2009 b) 37–44.

NETO, J. D.; FIGUEREDO, J. L. da C.; FARIAS, C. H. de A.; AZEVEDO, H. M. de; AZEVEDO, C. A. V. de. **Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.10, n.2, p. 283-288. 2006.

NIENOW, A. A.; FLOSS, L. G. **Floração de pessegueiros e nectarineiras no planalto médio do Rio Grande do Sul, influenciada pelas condições meteorológicas.** Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.6, p.931-936, 2002.

OLIVEIRA FILHO, D., MANTOVANI, E. C.; PEREIRA, S. **Tecnologia de determinação da umidade do solo via reflectometria no domínio do tempo.** In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000002200000200052&lng=en&nrm=abn Acesso em: 25 Feb. 2015.

Origem do pêssego. 2009. Disponível em: <http://as19frutas.wordpress.com/2009/09/21/origem-do-pessego/> Acesso em: 02 de set 2014.

ORTUÑO, M. F.; CONEJERO, W.; MORENO, F.; MORIANA, A.; INTRIGLIOLO, D. S.; BIEL, C.; MELLISHO, C. D.; PÉREZ-PPASTOR, A.; DOMINGO, R. RUIZ-SÁNCHEZ, M. C.; CASADESUS, J.; BONANY, J.; TORRECILLAS, A. **Could trunk diameter sensors be used in woody crops for irrigation scheduling? A review of current knowledge and future perspectives.** Agricultural Water Management 97 (2010) 1–11.

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. **Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 161-169. 2005.

PEREIRA, J. B. A. **Avaliação do crescimento, necessidade hídrica e eficiência no uso da água pela cultura do pimentão (*Capsicum annuum*. L), sob manejo orgânico nos sistemas de plantio com preparo do solo e direto – Seropédica, RJ.** Dissertação. Seropédica-RJ. 2006.

PEREIRA, D. P.; BANDEIRA, D. L.; QUINCOZES, E. da R. F. **Cultivo do pessegueiro**. Embrapa Clima Temperado. Sistema de produção, 4. Nov-2005.

PERETZ, J.; EVANS, R. G.; PROEBSTING, E. L. **Leaf water potentials for management of high frequency irrigation on apples**. Trans. Amer. Soc. Agr. Eng. P. 437-442. 1984.

PÉREZ-PASTOR, A.; RUIZ-SÁNCHEZ, M^a. C.; DOMINGO, R. **Effects of timing and intensity of deficit irrigation on vegetative and fruit growth of apricot trees**. Agricultural Water Management 134 (2014) 110-118.

PÉREZ-PÉREZ, J. G.; ROBLES, J. M.; BOTÍA, P. **Effects of deficit irrigation in different fruit growth stages on 'Star Ruby' grapefruit trees in semi-arid conditions**. Agricultural Water Management 133 (2014) 44-54.

PIRES, R. C. de M.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; FUJIWARA, M.; CALHEIROS, R. de O. **Métodos e manejo da irrigação** Centro de ecofisiologia e biofísica-INSTITUTO AGRONÔMICO. Novembro, 1999.

PROTAS, J. F. S. da; MADAIL, J. C. M. **Características Agronômicas e Sociais da Produção de Pêssego no Rio Grande do Sul**. Embrapa Uva e Vinho Sistema de Produção. 3 ISSN 1678-8761, Versão Eletrônica. Jan/2003.

REARTER, A. E. et al. **Identidad y calidad de los alimentos fruti hortícolas industrializados**. 2.ed. Mendonza: CIFET, 1987. 62p.

REICHARDT, K. & TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 2^aed. São Paulo: Manole, 2012. 497p.

REISSER JÚNIOR, C.; TIMM, L. C.; TAVARES, V. E. Q. **Características do cultivo de pêssegos da região de Pelotas-RS, relacionadas á disponibilidade de água para as plantas**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado. Dezembro, 2008. Documentos 240.

REISSER JÚNIOR, C. **Alterações físicas em ambientes de estufa plástica e seus efeitos sobre as condições hídricas e o crescimento do tomateiro**, 2002. 160 pág. Tese, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

REISSER JÚNIOR, C. **Irrigação localizada como técnica de produção e seus reflexos sobre a qualidade.** In: ENCONTRO SUL MINEIRO DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 2., 1997, Poços de Caldas. Lavras: EPAMIG/UFLA, 1997. p. 22-27.

REMORINI, D.; MASSAI, R. **Comparison of water status indicators for young peach trees.** Irrigation Science, New York, v. 22, n. 1, p. 39-46. 2003.

ROMERO, P.; NAVARRO, J. M.; PEREZ-PEREZ, J.; GARCIA-SANCHEZ, F.; GOMEZ-GOMEZ, A. PORRAS, I.; MARTINEZ, V.; BOTÍA, P. **Deficit irrigation and rootstock: their effects on water relations, vegetative development, yield, fruit quality and mineral nutrition of Clemenules mandarin.** Tree physiol 26: 1537–1548. 2006.

ROSA, J. M. de la; DOMINGO, R.; GÓMEZ-MONTIEL, J.; PÉRES-PASTOR, A. **Implementing deficit irrigation scheduling through plant water stress indicators in early nectarine trees.** Agricultural Water Management 152 (2015) 207-216.

ROSA, J. M. de la; CONESA, M. R.; DOMINGO, R.; TORRES, R.; PÉRES-PASTOR, A. **Feasibility of using trunk diameter fluctuation and stem water potential reference lines for irrigation scheduling of early nectarine trees.** Agricultural Water Management 126 (2013) 133– 141.

RUFATO, L.; DE ROSSI, A.; OLIVEIRA, C. F. de.; FACHINELLO, J. C.; MARANGONI, B. **Produção Integrada e Orgânica em pessegueiro: aspectos vegetativos e de qualidade das frutas.** In: Seminário sobre produção integrada de frutas de Clima Temperado no Brasil, 5., 2003, Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2003.

SACHES, S., CAMPOS, A. D. O pessegueiro In: MEDEIROS, C. A. B., RASEIRA, M. C. B. **A cultura do pessegueiro.** Brasília: Embrapa, 1998. p.13-19.

SACK, L.; HOLBROOK, N. M. **Leaf hydraulics.** Annu. Rev. Plant Biol. 2006. 57: 361-381.

SALAMONI, A. T. **Apostila de aulas teóricas e práticas de Fisiologia Vegetal.** Universidade Federal de Santa Maria. CESNORS – Frederico Westphalen – Departamento de Engenharia Florestal. 1º/2009.

SAMPERIO, A.; PRIETO, M. H.; BLANCO-CIPOLLONE, F.; VIVAS, A.; MOÑINO, M. J. **Effects of post-harvest deficit irrigation in ‘Red Beaut’ Japanese plum: tree**

water status, vegetative growth, fruit yield, quality and economic return. *Agricultural Water Management* 150 (2015) 92–102.

SAMS, C. E. **Preharvest factors affecting postharvest texture.** *Postharvest Biology and Technology*. Amsterdam, v.15, n.3, p.249-254, 1999.

SIMÕES, F. **Padrões de resposta do pessegueiro cv. Maciel a diferentes níveis de déficit hídrico.** Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Dissertação. 2007.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. **Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.2, n.3, p.287-294, 1998. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.

SILVA, M. A. S. da; MAFRA, Á. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. **Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo.** *Ciência Rural*, vol. 35, nº 3, pp. 544-552, 2005. Santa Maria.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** Porto Alegre: SBCS, 2004. 394p.

SOTIROPOULOS, T.; KALFOUNTZOS, D.; ALEKSIU, I.; KOTSOPOULOS, S.; KOUTINAS, N. **Response of a clingstone peach cultivar to regulated deficit irrigation.** *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, v.67, n.2, p.164-169, March/April 2010.

SOUZA, T. R. de; BÔAS, R. L. V.; QUAGGIO, J. A.; SALOMÃO, L. C.; FORATTO, L. C. **Dinâmica de nutrientes na solução do solo em pomar fertirrigado de citros.** *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.47, n.6, p.846-854, jun. 2012.

SOUZA, C. F. **A utilização da reflectometria no domínio do tempo (TDR) na modelagem do bulbo molhado do solo irrigado por gotejamento.** Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Faculdade de Engenharia Agrícola. Tese. 2002.

SCHOLANDER, P. et al. **Sap pressure in vascular plants: Negative hydrostatic pressure can be measured in plants.** *Science*. v.148, n.3668, 339-346, 1965.

SQUITTER DO BRASIL. **Manual do Usuário** – Estação Agrometeorológica ISIS Modela – S1220. Agosto-2008.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, G.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos – UFRGS, 1995. 174p.

TERRA, V. S. S.; REISSER JÚNIOR, C.; TIMM, L. C.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C.; OLDONI, H. **Variabilidade espacial e temporal dos atributos da planta em um pomar de pessegueiro no município do Morro Redondo-RS**. *Embrapa Clima Temperado-Capítulo em livro técnico-científico (ALICE)*. 2015.

TERRA, V. S. S.; VALGAS, R. A.; REISSER JÚNIOR, C.; TIMM, L. C.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C.; OLDONI, H. **Multivariate analysis applied to the study of the relationship between soil and plant properties in a peach orchard**. *Revista Brasileira. Ciência do Solo*, 38:755-764, 2014.

TERRA, V. S. S. **Variabilidade espacial e temporal de atributos agrônômicos em pomar de pessegueiro**. Universidade Federal de Pelotas. Tese - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Pelotas, 2012.

TERRA, V. S. S. **Avaliação e quantificação dos componentes do balanço hídrico em pomar de pessegueiro, cv. Maciel, em plantas irrigadas e não irrigadas**. Dissertação. Pelotas-RS. 2010 a.

TERRA, V. S. S.; REISSER JÚNIOR, C.; TIMM, L. C.; TEIXEIRA, C. F. C.; MADALUZ, L. M. **Calibração de uma sonda de capacitância modelo Diviner 2000® para um argissolo vermelho amarelo**. Encontro de Iniciação Científica e Pós Graduação da Embrapa Clima Temperado, 3., 2010 b.

TIMM, L. C.; TAVARES, V. E. Q.; REISSER JÚNIOR, C.; MORO, M. **Manejo da irrigação na cultura do pessegueiro: manual técnico**. Ed. da Universidade Federal de Pelotas, 2007 a. 110p.

TIMM, L. C.; REISSER JÚNIOR, C.; TAVARES, V. E. Q.; MADAIL, J. C. M.; MANKE, G.; LEMOS, F. D.; TAVARES, L. C.; RANDÜNZ, A. L.; LISBOA, H.; PRESTES, R. B.; MORO, M. **Caracterização dos persicultores irrigantes e dos métodos de irrigação no pólo produtivo de pêssego da região de Pelotas**. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.13, n.3, p. 413-417, jul-set, 2007 b.

TURCHIELLO, M. S. **Manejo da irrigação pelo método de Penman Monteith na cultura da videira.** Dissertação. Santa Maria-RS. UFSM – Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola. 2011.

VALANCOGNE, C.; AMÉGLIO, T.; FERREIRA, I.; COHEN M.; ARCHER, P.; DAYAU, S.; DAUDET, F. A. **Relations between relative transpiration and predawn leaf water potential in different fruit trees species.** Proc. 2nd Int. Sym. on Irrigation of Hort. Crops. Ed. K.S. Chartzoulakis. Acta Horticulturae 449 (2), 423–430. 1996.

VARBLE, J. L.; CHÁVEZ, J. L. **Performance evaluation and calibration of soil water content and potential sensors for agricultural soils in eastern Colorado.** Agricultural Water Management 101 (2011) 93– 106.

YAO, W. W.; MA, Y. Y.; LI, J.; PARKES, M. **Simulations of point source wetting pattern of subsurface drip irrigation.** Irrigation Science, v.29, p.331-339, 2010.

WELLS, L. **Irrigation water management for Pecans in Humid Climates.** HORTSCIENCE 50(7):1070–1074. 2015.

WILDING, L.P.; DREES, L.R. Spatial variability and pedology. In: WILDING, L.P.; SMECK, N.E.; HALL, G.F. (Eds.) **Pedogenesis and soil taxonomy: concepts and interactions.** New York: Elsevier, 1983. p.83-116.